DUPARC

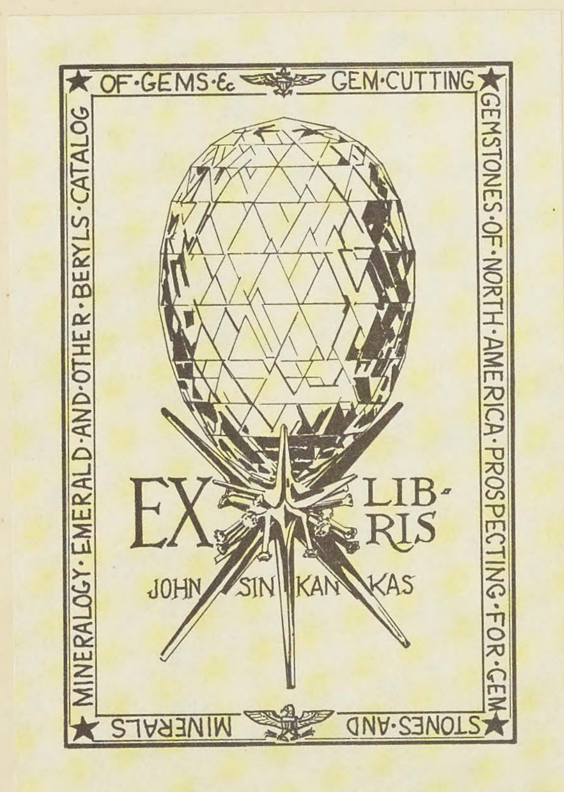
135
cat
cat 5.00

177/381

(Duparc

Minéral.
(Extract)

Presentation copy from Duparc
to Gustav Seligmann ("seligmannite")
of Coblenz



281

Monsieur le D. Seligmann
Hommage cordial de l'auteur
Duparc

LES MINÉRAUX DES PEGMATITES

DES ENVIRONS

D'ANTSIRABÉ A MADAGASCAR

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève.

ET

M. WUNDER | **R. SABOT**
Assistants au laboratoire de minéralogie de l'Université.

Avec 51 figures et 40 clichés dans le texte.

GENÈVE
IMPRIMERIE ALBERT KUNDIG
—
1910

MÉMOIRES
DE LA
SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE
VOLUME 36, FASCICULE 3.

LES MINÉRAUX DES PEGMATITES
DES ENVIRONS
D'ANTSIRABÉ A MADAGASCAR

PAR

Louis DUPARC
Professeur à l'Université de Genève

ET

M. WUNDER | **R. SABOT**
Assistants au laboratoire de minéralogie de l'Université.

Avec 40 clichés hors texte et 51 figures.

PRÉFACE

L'an dernier j'ai eu l'occasion de visiter en détail une série de gisements de pegmatites fort intéressants, situés dans les environs d'Antsirabé et d'Ambositra. Ces gisements qui sont la propriété de M. A. Girod, prospecteur à Antsirabé, fournissent des très belles gemmes qui se trouvent dans les pegmatites à l'état de minéraux accessoires, et qui tout récemment ont fait leur apparition sur le marché européen. Parmi celles-ci il faut citer plusieurs variétés d'aigue-marine d'un bleu d'une pureté admirable, un beryl rose limpide et d'une teinte très délicate, divers types de rubellites, et enfin un grenat jaune de la famille de la spessartine. J'ai également eu l'occasion de visiter d'autres gisements voisins de ceux de M. Girod, qui sont la propriété de divers particuliers ou de sociétés déjà constituées depuis plusieurs mois, et qui ont également fait l'objet d'une exploitation en vue des gemmes. Chemin faisant, j'ai aussi pu étudier la géologie des régions que j'ai

parcourues et j'ai rapporté de mon voyage un matériel minéralogique et pétrographique considérable dont j'ai de suite commencé l'étude avec la collaboration de nos deux assistants MM. Max Wunder et René Sabot; ce sont les résultats de cette étude qui font l'objet de ce travail. Celui-ci a surtout pour but de faire connaître les gisements des pegmatites et les espèces minéralogiques qui fournissent les pierres précieuses, nous y avons cependant ajouté la description pétrographique des roches intéressantes qui affleurent dans la région des pegmatites et dont nous avons pu établir les rapports mutuels. Notre ouvrage n'est qu'une contribution à la connaissance des minéraux des pegmatites et non une monographie complète, il est certain d'ailleurs que la liste des espèces s'allongera au fur et à mesure que les exploitations en cours seront plus avancées. Nous avons, cependant, poussé aussi loin que possible l'étude de notre matériel et si notre ouvrage présente quelques lacunes, notamment au point de vue cristallographique, elles ne résultent que de la nature de celui-ci.

Je tiens en terminant cette préface, à remercier toutes les personnes qui m'ont facilité mon voyage à Madagascar; et tout spécialement M. Adrien Girod, qui a été pour moi un guide aussi aimable que sûr dans la région des pegmatites. J'adresse aussi mes remerciements à M. le commandant Girod, ingénieur en chef et directeur des travaux publics de Madagascar et à M. Dorland, ingénieur civil qui m'ont accueilli avec la plus grande amabilité et m'ont fourni des indications précieuses pour utiliser au mienx mon séjour dans l'île.

Genève, juin 1910.

L. Duparc.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

La liste complète des ouvrages qui traitent de la géologie, de la géophysique et de la minéralogie de Madagascar a été donnée jusqu'en 1906 par M. P. Lemoine, nous n'y reviendrons pas et nous bornerons à citer les travaux parus depuis lors sur les pegmatites et leurs minéraux constitutifs.

1. Paul Lemoine. *Etude géologique dans le nord de Madagascar. Contribution à l'étude géologique de l'Océan Indien.* Paris, Thèse présentée à la Faculté des sciences, 1906. Lille, Bigot frères, imprimeurs.
2. A. Lacroix. *Notes sur la minéralogie du pays de Mahafaly.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 30, p. 36, 1907.
3. A. Lacroix. *Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline, lithinifère de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, p. 218, 1908.
4. A. Lacroix. *Sur quelques minéraux radio-actifs de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, p. 312.
5. A. Lacroix. *Sur la dauburite de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, p. 315.
6. A. Lacroix. *Notes sur deux roches éruptives de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, p. 318.
7. P. Termier. *Sur de gros cristaux de tourmaline de l'Ankaratra (Madagascar).* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, p. 138.
8. A. Lacroix. *Sur l'existence de sables monazités à Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 32, p. 313, 1909.
9. A. Lacroix. *Sur quelques gisements de corindon à Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 32, p. 318, 1909.
10. A. Lacroix. *Sur la Hambergite de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 32, p. 320.
11. L. Duparc, M. Wunder et R. Sabot. Sur quelques minéraux des pegmatites. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, décembre 1909.

12. A. Lacroix. *Nouvelles observations sur les minéraux des pegmatites de Madagascar*. Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 33, p. 37, 1910.

13. L. Duparc, M. Wunder et R. Sabot. *Contribution à la connaissance des minéraux des pegmatites de Madagascar*. Note sur le béryl de divers gisements situés dans les environs d'Antsirabé. Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 33, p. 53, 1910.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES GISEMENTS DE PEGMATITES

CHAPITRE PREMIER

Géologie de la région des pegmatites.

§ 1. Coup d'œil sur la géologie de l'île de Madagascar. — § 2. Disposition des formations dans la région étudiée. — § 3. Caractères généraux des filons de pegmatite.

§ 1. *Coup d'œil sur la géologie de l'île de Madagascar.*

La géologie de Madagascar est connue dans ses grandes lignes, grâce aux nombreuses explorations qui ont été faites dans les différentes parties de l'île; certaines régions, notamment celles du Nord qui avoisine plus ou moins Diego-Suares, a même fait l'objet d'un travail récent et relativement détaillé, publié par M. le Dr Lemoine[1], travail qui est accompagné d'une carte géologique au 1 : 200.000.

Le sol de Madagascar est en grande partie constitué par les formations archéennes, qui sont développées sur la côte orientale et sur toute la région qui forme les hauts plateaux (Imérina). Ces formations sont représentées par des roches cristallines les plus diverses, parmi lesquelles il faut signaler des gneiss variés, francs ou d'injection, des gneiss à pyroxène, des micaschistes, des micaschistes granulitiques, des amphibolites, puis aussi des quartzites et des cipolins. Ces différentes formations sont traversées en de nombreux endroits par des boutonnières de roches granitiques, qui sont parfois de dimensions considérables; le granit est en effet très commun sur les hauts plateaux et y présente des types variés comme

[1] Paul Lemoine, *Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar*. Thèse, Paris, 1906.

structure et comme composition, mais presque partout il est plus ou moins profondément latéritisé. La latérite, de couleur généralement claire, rose ou rougeâtre, est excessivement développée sur l'Imérina; son épaisseur par endroits dépasse 20 mètres. Le granit affleure souvent au milieu de cette latérite en gros blocs plus ou moins isolés et de forme généralement arrondie; il constitue cependant aussi des crêtes et des montagnes assez étendues.

Sur certaines tranchées faites dans la latérite, notamment le long de la voie de la ligne de Tananarive, on peut observer des grosses boules de ce granit parfaitement frais ou à peine décomposé qui sont noyées dans la latérite et enveloppées d'une zone décomposée *in situ* qui est feuilletée et disposée en tuniques concentriques; c'est sans doute le reste d'une structure primitivement sphéroïdale du granit.

Les roches granitiques émettent de nombreuses apophyses dans les formations avec lesquelles elles entrent en contact, telle est l'origine première des innombrables filons granulitiques et pegmatoïdes que l'on rencontre dans toutes celles-ci.

Sur une notable partie de la côte orientale de l'île, notamment entre Tamatave et Mananjary, l'archéen est bordé par une mince bande de formations coralligènes qui servent de support à des petites dunes. La contrée plate qui se trouve entre ces dunes et la côte relativement abrupte formée par l'archéen, est occupée par une série de lagunes saumâtres et peu profondes, qui constituent la région des pangalanes.

Les terrains sédimentaires sont développés sur la côte occidentale et dans la partie sud de l'île; ils s'échelonnent du pleistocène au lias inclusivement; récemment dans le Sud-Ouest, on a trouvé le permien fossilifère. Le terrain tertiaire notamment le numullitique se trouve dans l'extrémité Sud-Ouest de l'île; sur la plus grande partie de la côte occidentale il fait défaut, et le crétacé est, sur une assez grande étendue, immédiatement suivi par des formations quaternaires et contemporaines.

Indépendamment du granit, les roches éruptives qu'on rencontre à Madagascar sont nombreuses et assez variées : citons en premier lieu des syénites néphéliniques qui ont été magistralement décrites par M. Lacroix[1]. Celles-ci sont développées dans le nord de l'île, notamment à proximité de la baie d'Ampasindava, puis dans les îles de Nosy-Bé, de Nosy-Komba, etc. Les principaux gisements de ces syénites ont été étudiées par M. Lemoine[2]; ces roches présentent une grande variété de types (foyaite, laurdalite, laurwikite, ditroite, etc.), elles sont accompagnées par

[1] A. Lacroix, *Les roches alcalines caractérisant la province pétrographique d'Ampasindara.* Nouvelles archives du Muséum, 4me série, t. IV.
[2] P. Lemoine, *loc. cit.*, Liste bibliographique, no 1.

une série filonienne très caractéristique. Quant à leur âge, il ne saurait être déterminé avec précision, toutefois elles traversent manifestement en certains endroits les formations supérieures du lias, voire même celle du bathonien, et métamorphosent les roches sédimentaires encaissantes; ce métamorphisme a été étudié en détail par M. Lacroix.

A côté des syénites néphéliniques, il existe à Madagascar de nombreux centres volcaniques proprement dits, qui ont donné naissance à des épanchements de roches basaltiques. Ces épanchements ne sont pas tous contemporains, les plus anciens paraissent être aquitaniens, ce sont les coulées basaltiques de Babaomby étudiées par M. Lemoine; les volcans qui leur ont donné naissance sont démantelés en partie et la présence d'anciens cratères est probable mais pas certaine. Peut-être faut-il rapporter aussi à une époque relativement ancienne, certains volcans démantelés du centre de l'île, qui sont souvent voisins d'autres appareils volcaniques (cônes de débris) admirablement conservés dont la formation est de date certainement plus jeune. Les volcans récents sont d'ailleurs fort nombreux et échelonnés en divers points de l'île; un premier centre important est celui de l'Ambre dans la partie nord de Madagascar. M. Lemoine a observé une ligne de cratères parfaitement conservés et des coulées basaltiques séparés par des tufs. Un second centre se trouve dans l'île de Nosy-Bé où l'on peut voir des cônes de débris, des cratères-lacs, puis des tufs et autres produits de projections. Les roches sont ici des téphrites, des leucitites et des néphélinites. Un troisième centre est celui représenté par les volcans éteints de l'Itasi; on trouve en effet dans cette région un nombre considérable de cônes de débris souvent fort bien conservés, avec des coulées plus ou moins importantes qui occupent généralement les vallées actuelles. D'après Baron, les roches éruptives sont ici des basaltes, des andésites et des trachytes. C'est également à des manifestations éruptives récentes qu'il faut attribuer en partie les volcans du Bétafo au sud des massifs de l'Ankaratra, volcans qui ont émis des coulées basaltiques et dont les cônes sont parfois admirablement conservés. Des coulées et dykes phonolitiques ont enfin été observés en différents points de l'île.

La tectonique de Madagascar est encore peu connue. Dans la région des hauts plateaux, les couches archéennes plongent généralement vers l'Ouest, et là où les affleurements sont suffisamment nombreux et ou les chaînes sont rocheuses, on peut constater que ces formations sont plissées en anticlinaux ou synclinaux généralement déjetés vers l'Est. Quant à la région occupée par les terrains sédimentaires, elle est, d'après M. Lemoine, de structure relativement simple. Les couches, dont la succession est normale, sont généralement horizontales et ont un faible plongement. Les seuls accidents signalés par cet auteur sont des failles qui amènent loca-

lement des contacts anormaux dans la série sédimentaire. Les dislocations plus importantes ne font cependant pas défaut dans l'île ; elles se présentent sous forme d'accidents longitudinaux et transversaux. C'est à la première catégorie qu'il faut rattacher la grande faille de la côte Est de Madagascar, faille qui va de Fort-Dauphin au Cap Masaola et qui fort probablement se prolonge au delà, peut-être jusqu'aux Seychelles. Cette faille est presque rectiligne ; à l'Ouest de celle-ci, la région des hauts plateaux s'élève rapidement jusqu'à 1200 mètres environ, tandis que vers l'Est les profondeurs marines atteignent plus de 4000 mètres. C'est aussi aux accidents longitudinaux que se rattache la faille d'Andavakasy, qui est jalonnée par une ligne de volcans éteints, puis les cassures par lesquelles sont sortis les épanchements de l'Ankaratra et du Bétafo. MM. Gautier[1] et Lemoine[2] citent encore une série d'autres accidents longitudinaux ; quant aux dislocations transversales, elles consistent en trois grands seuils qui traversent en cols la région des hauts plateaux et qui paraissent dus à des phénomènes tectoniques, puis en plis orthogonaux dirigés à peu près Est-Ouest, qui ont été observés par Baron au Nord et au Nord-Ouest de Tananarive.

La région des hauts plateaux est abrasée et présente le caractère d'une pénéplaine ; les profils sont en général peu accentués (sauf dans la région des quartzites) et l'érosion a opéré ici son œuvre pendant une période incalculable. Cependant sur le bord oriental de l'île, les vallées ont un caractère très spécial ; elles sont encaissées, le type en est alpin en quelque sorte, et les cours d'eau qui les occupent sont torrentueux et accidentés. On a nettement l'impression que ces vallées ont dû être rajeunies, sans doute à la suite des dislocations qui ont affecté l'île dans une période récente.

§ 2. *Disposition des formations dans la région étudiée.*

La région des pegmatites que nous avons parcourue se trouve située en grande partie à l'Ouest d'une ligne qui suivrait sensiblement la route d'Antsirabé à Ambositra ; les gisements visités sur cette région appartiennent à deux centres distincts ; le premier, qui est de beaucoup le plus important, se trouve dans le voisinage plus ou moins immédiat d'Antsirabé ; il comprend les filons des environs de Mandrarivo, de Tongafena et d'Ambohimarina, ceux d'Antsongombato et de Tétésantsio, ceux de Tsilaisina, d'Antandrokomby et de la vallée de la Sahatany, et enfin ceux des

[1] E.-F. Gautier, *Madagascar : essai de géographie physique.* Thèse présentée à la faculté des lettres de Paris, 1902, Aug. Challamel, éditeur, Paris.
[2] P. Lemoine, *loc. cit.*, liste bibliographique, nº 1.

environs de Sahanivotry, sur la rive gauche de la Manandona. Le second, qui se trouve au Sud-Ouest d'Ambositra, comprend les filons de Fiérénana et d'Ambondromani. La contrée sur laquelle se trouvent ces différents filons forme une sorte de rectangle très allongé, qui mesure plus de 180 kilomètres de longueur du Nord au Sud, et de 25 à 30 kilomètres de l'Est à l'Ouest; elle n'a pas été parcourue sur toute son étendue, mais seulement dans les parties qui avoisinent plus ou moins les deux centres dont il a été question. La localité de Mandrarivo se trouve à environ douze ou treize kilomètres au Sud-Ouest d'Antsirabé; Antsongombato est à 25 kilomètres à l'Ouest ou mieux légèrement au Sud-Ouest d'Antsirabé, Tsilaisina se trouve à une trentaine de kilomètres au Sud-Sud-Est d'Antsongombato; Sahanivotry, enfin, est à une dizaine de kilomètres à l'Est, ou mieux légèrement au Nord-Est de Tsilaisina. Quant à Ambondromani, il est situé à une cinquantaine de kilomètres au Sud-Ouest d'Ambositra. Comme il n'existe pas une carte complète et détaillée de la région, les distances ainsi que les orientations indiquées doivent être considérées comme très approximatives, elles ont été établies en quelque sorte au juger.

La disposition géologique observée est la suivante : sur la bordure orientale du grand rectangle indiqué, on trouve, largement développée, une zone de roches granitiques (granits, granulites et gneiss d'injection) qui sont presque partout profondément altérées et transformées en une latérite de couleur blanche ou rosée mesurant, par endroits, plus de vingt mètres d'épaisseur. Cette latérite forme non seulement le sol des vallées, mais elle est aussi développée sur les pentes et jusque sur la crête des montagnes. Elle est souvent plus ou moins profondément ravinée par les ruisseaux ou même par les eaux sauvages qui, en certains endroits, y ont creusé de profonds sillons. Les affleurements de roche en place sont souvent assez rares, surtout dans la région voisine d'Antsirabé; on en observe quelques-uns cependant au milieu des latérites. Le granit est largement développé le long de la route d'Antsirabé à Ambositra, au Sud de la cluse de la Manandona; plusieurs belles variétés de schistes granitiques s'observent à Sahanivotry, sur la rive gauche de cette rivière.

Il convient de remarquer que là où les affleurements font défaut, comme les latérites produites par le granit et les gneiss sont identiques, il n'est pas possible de préciser celle des deux roches qui forme le sous-sol. Ce sont les granites acides (granulites) de cette zone qui constituent le soubassement des cônes qui se trouvent dans le voisinage d'Antsirabé, ceux-ci appartiennent à la région volcanique du Bétafo dont ils représentent les appareils situés le plus au sud. Ces cônes sont généralement en partie démantelés (comme le Vohitra ou l'Itavo, par exemple); il en existe cependant qui sont admirablement conservés et qui possèdent encore leur cratère. Tel est le cas pour le cône de scories de Tritriv, avec son cratère-lac. De

ces appareils se sont échappées de puissantes coulées qui recouvrent toute la région avoisinante et qui, bien que masquées par la végétation, forment parfois des accidents visibles dans la topographie. Les roches basaltiques qui les composent, sont aujourd'hui en partie altérées et donnent un sol noir très fertile, dont la couleur contraste vivement avec celle de la latérite et des roches granitiques qui forment leur soubassement.

A l'Ouest de la zone des roches granitiques et gneissiques dont il vient d'être question se présente une bande assez large de roches quartziteuses qui forment une série de rides orographiques plus ou moins parallèles. Ces quartzites sont de couleur blanche, en général assez finement grenues et toujours plus ou moins riches en mica; elles passent même aux quartzites micacées en devenant alors schisteuses, puis enfin aux micaschistes francs. Sur de nombreux profils on peut constater que ces schistes micacés sont toujours supérieurs aux quartzites; ils se trouvent généralement aux flancs des anticlinaux formés par ces dernières. Ces quartzites ont aussi très fréquemment un aspect qui rappelle celui du greisen, et ceci sur de grandes étendues; or, d'après ce que l'on peut voir en certains endroits, ces roches se trouvent en filons ou en filons-couches dans les quartzites saccharoïdes du type ordinaire.

Les quartzites ne latéritisent pas d'habitude, de sorte que là où elles se rencontrent, le roc nu affleure presque partout.

Une nouvelle zone plus étroite de calcaires métamorphiques fait suite à la bande des quartzites, vers l'Ouest. Ce sont des roches blanchâtres, friables, grenues, mais d'un grain variable, plutôt grossier, qui ressemblent à certains marbres. Quand elles se chargent de silicates, elles deviennent vertes, plus dures, cornéennes, et font à peine effervescence aux acides. Cette bande est bien développée dans le nord de la région étudiée; elle a été suivie du Nord au Sud sur plus de quinze kilomètres, et tout laisse supposer qu'elle se prolonge fort au delà vers le Sud.

Les quartzites réapparaissent à l'Ouest de la zone des cipolins et l'encaissent également de ce côté; c'est là que s'arrêtent nos recherches.

La zone des quartzites est, à fois réitérées, percée par des boutonnières de roches granitiques; souvent même ces quartzites ne forment qu'une mince croûte audessus du granit.

La disposition indiquée est celle qu'on peut relever dans la partie Nord de la région étudiée, et de même dans celle qui se trouve directement à l'Ouest, ou mieux, au Sud-Ouest d'Antsirabé; plus au Sud, aux sources mêmes de la rivière Sahatany, affluent de la Manandona, la disposition change un peu par le fait qu'une seconde bande de cipolins s'intercale dans la première zone des quartzites qui l'encaissent à

l'Est comme à l'Ouest. Cette bande, qui suit sensiblement la vallée de la Sahatany, se trouve immédiatement à l'Ouest de la longue chaîne de l'Ibity; vers le Sud, elle est coupée obliquement par la Manandona qui traverse et cluse la chaîne en question. Cette seconde bande de cipolins a été suivie sur plus de quinze kilomètres; elle se continue vers le Sud au delà de la coupure de la Manandona.

Partout où, sur ces différentes zones, des affleurements sont visibles, on peut constater que les couches y sont dirigées en moyenne Nord-Nord-Ouest; quant à leur plongement, il se fait généralement vers l'Ouest. Comme la région intermédiaire qui est comprise entre le centre voisin d'Antsirabé et celui qui se trouve au Sud d'Ambositra n'a pas été parcourue, il est impossible de savoir si la disposition géologique indiquée ci-dessus se retrouve sur toute la longueur du rectangle indiqué; à Ambondromani toutefois, on voit aussi une bande de cipolins qui est encaissée dans des quartzites identiques à celles rencontrées plus au Nord et qui est peut-être la réapparition vers le Sud de l'une de celles trouvées dans la partie septentrionale de la zone.

§ 3. *Caractères généraux des filons de pegmatite.*

Les filons de pegmatite qui se rencontrent dans les différentes formations dont il a été question, sont très nombreux et distribués un peu partout. Dans la majorité des cas, ils sont intercalés dans les couches parallèlement à leur direction, et en suivent l'allure générale; il s'agit donc ici de filons-couches au sens strict du mot. Ceux-ci, comme on peut s'y attendre, ont une allure irrégulière et capricieuse; dans le plan horizontal ils présentent souvent une série de parties étranglées qui alternent sur une certaine étendue avec d'autres plus renflées et lenticulaires. Souvent ils se ramifient pour se réunir à nouveau. Parfois ils disparaissent complètement à l'affleurement ou sont réduits à une épaisseur de quelques centimètres, puis réapparaissent en direction à une certaine distance et toujours avec les mêmes caractères. Souvent ces filons-couches sont de simples intercalations lenticulaires tout à fait locales qui peuvent d'ailleurs être assez volumineuses. L'épaisseur d'une même veine est conséquemment fort variable; dans les parties renflées elle peut atteindre plusieurs mètres, dans d'autres elle est à peine de $0^{m},20$ à $0^{m},25$; toutefois, nous avons vu certains filons-couches qui, à l'affleurement, avaient une épaisseur de plusieurs mètres sur une assez grande étendue. La disposition qui s'observe dans le plan horizontal se retrouve sur le profil, et sur les très nombreux fronts de taille dont nous avons pu relever les coupes, nous avons constaté la même disposition lenticulaire, les mêmes ramifications et les mêmes suppressions locales, qui alternent

souvent à plusieurs reprises sur une faible hauteur. Les schémas (fig. n° 1 et n° 2) rendent compte de la disposition qui vient d'être indiquée.

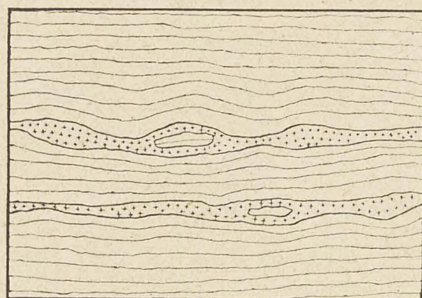


Fig. n° 1.
Vue en plan des filons de pegmatite.

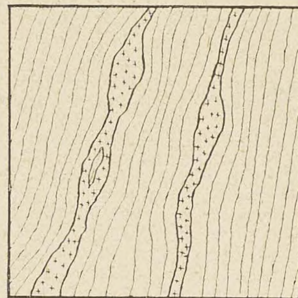


Fig. n° 2.
Profil d'un filon de pegmatite.

Dans quelques cas plus rares, notamment à Antandrokomby, à Maroando, etc., nous avons observé de véritables filons qui sont alors plus ou moins normaux sur la direction des strates et plus ou moins inclinés par rapport à la verticale. Ces filons sont assez continus, nous en avons vu que l'on pouvait suivre à l'affleurement sur plus de 200 mètres; leur épaisseur, qui est variable d'un point à un autre, n'est généralement pas considérable et ne dépasse guère 1 ou 2 mètres.

On rencontre aussi quelquefois, et ce principalement dans la zone des quartzites, des gros dykes de forme absolument irrégulière, qui percent à l'emporte-pièce au milieu des formations et peuvent alors constituer des amas assez considérables de pegmatite.

CHAPITRE II

Description pétrographique des roches de la région.

§ 1. Les basaltes, caractères microscopiques et composition chimique. — § 2. Les granits et les granulites, caractères microscopiques et composition. — § 3. Les diorites quarzifères, caractères microscopiques. — § 4. Les pegmatites, caractères microscopiques, minéraux accessoires et principales variétés. — § 5. Les cipolins, caractères microscopiques, leurs contacts avec les pegmatites. — § 6. Les quartzites. — § 7. Les micaschistes et les phyllades.

§ 1. *Les basaltes, caractères microscopiques et composition chimique.*

Les basaltes sont fréquents dans la partie Nord de la région étudiée, ils forment les cônes démantelés de Vohitra et d'Itavo, puis aussi celui de Tritriv constitué par des projections volcaniques. Les nappes et les coulées sont nombreuses également, aussi ces basaltes sont fort communs dans les environs plus ou moins immédiats d'Antsirabé et ne diffèrent entre eux que par leur structure ou par la nature et l'abondance plus ou moins grande des éléments de la première consolidation.

Nous en avons récolté plusieurs types que nous allons examiner successivement.

BASALTE DE VINONIKARENA

L'échantillon étudié a été pris au Sud d'Antsirabé, près de la petite localité de Vinonikarena où se trouve une coulée; il sert en cet endroit de matériel d'empierrement pour la route. C'est une roche noire, très compacte, à première consolidation abondante, formée surtout par de l'augite.

Au microscope, les phénocristaux sont représentés par de l'augite, de l'olivine, et quelques rares plagioclases. L'*Augite* est l'élément qui prédomine; les cristaux montrent les faces (100) (010) et (110); ils sont fréquemment zonés, les zones sont généralement peu nombreuses et minces, par rapport à la partie centrale, elles renferment des inclusions de magnétite. L'augite est grisâtre en lumière naturelle, elle s'éteint à 38° sur (010), le signe optique est positif, les biréfringences sont : $n_g - n_p = 0{,}021$ $n_g - n_m = 0{,}016$ $n_m - n_p = 0{,}005$.

L'*olivine* est en général corrodée et moins abondante que l'augite; sur certains cristaux on reconnait les formes (021) (010) voire même (120). Elle est transparente, incolore et toujours craquelée. Signe optique positif, $n_g - n_p = 0{,}036$ $n_g - n_m = 0{,}019$ $n_m - n_p = 0{,}017$. L'olivine renferme également des grains de magnétite. *Plagioclases* beaucoup plus rares, très allongés à l'instar des microlites, mâclés selon l'albite et la péricline. Les extinctions dans la zone de symétrie de la mâcle de l'albite ainsi que celles des sections mâclées perpendiculaires à n_p rattachent la variété au labrador basique. $Ab_3 An_4$.

La *pâte* est constituée par de nombreux et gros microlites de labrador, des grains de magnétite, des microlites abondants d'augite et quelques rares microlites d'olivine, le tout réuni par un peu de verre isotrope en partie dévitrifié.

BASALTE DE VOHITRA

Cette roche a été récoltée sur la route qui va d'Antsirabé à Mandrarivo, elle est à deux temps de consolidation mais les cristaux sont moins grands que ceux du basalte de Vinonikarena et l'augite n'y est pas visible à l'œil nu. Au microscope, les phénocristaux abondants et de petite taille comportent de l'olivine et surtout des plagioclases. L'olivine a les caractères optiques précédemment décrits; le plagioclase est mâclé selon l'albite, Karlsbad ou la péricline, il est fortement allongé à la façon des microlites. Sur $g^1 = (010)$ on a mesuré des extinctions qui oscillent de $-26°$ à $-33°$; plusieurs sections mâclées selon l'albite et Karlsbad ont donné les chiffres suivants :

Extinction sur	$1' = 47°$. $1 = 23°\ 30'$	$1' = 32$	$1 = 16$
» »	$2' = 80°$. $2 = 40°$	$2' = 70$	$2 = 35$

Les variétés rencontrées sont donc ici voisines du labrador $Ab_3 An_4$.

La pâte est formée par de nombreux microlites de magnétite, de labrador et d'augite, elle est holocristalline et légèrement fluidale.

SCORIE BASALTIQUE DU VOLCAN DE TRITRIW

Cette roche noire, caverneuse et scoriacée, a été récoltée au pied même du cône de Tritriw. Au microscope, elle a une première consolidation abondante formée par des grands cristaux d'*augite* brunâtre, généralement corrodés et parfois terminés, qui présentent alors les faces (100) (010) (110) et (111); par de l'*olivine* en cristaux plus petits, très corrodés également; puis, par quelques rares et petites sections de *labrador* basique d'aspect microlitique. On trouve aussi plusieurs grandes sections très corrodées d'autres feldspaths qui ne sont certainement pas des pro-

duits de la cristallisation en profondeur du magma, mais bien au contraire du matériel incomplètement résorbé, emprunté aux roches qui forment le soubassement du volcan. On trouve en effet parmi ces feldspaths une ou deux sections de *microcline* et de l'*oligoclase*. La *pâte* est vitreuse, isotrope et vacuolaire; sa couleur en lumière naturelle est brune; elle est passablement opaque et renferme quelques petits et rares microlites filiformes de labrador.

BASALTE D'UNE COULÉE A L'OUEST DE TRITRIW.

Cette roche noire et compacte a été rencontrée à une faible distance de Tritriw, vers l'Ouest, en allant de Mandrarivo à Tongafena; la première consolidation n'y est pas visible à l'œil nu. Au microscope, les cristaux sont exclusivement représentés par quelques grains de *magnétite* et surtout par beaucoup d'*olivine* en cristaux craquelés sur lesquels on peut encore distinguer quelques profils géométriques. Cette olivine, qui présente les propriétés optiques habituelles, est fortement rubéfiée, surtout suivant les cassures; il se développe alors à son détriment une *biotite* brune uniaxe et négative qui est très fortement polychroïque avec n_g = rouge-brun, n_p = jaunâtre presque incolore. En certains endroits, l'olivine est complètement décomposée et transformée en plages d'un vert d'herbe formées par des petites lamelles de *chlorite* (delessite). La *pâte* holocristalline est formée par de nombreux et jolis microlites d'augite associés à un peu de magnétite et beaucoup de *labrador* en gros microlites mâclés selon l'albite et parfois selon Karlsbad.

BASALTE, SUR LA ROUTE D'ANTSIRABÉ A TONGARIVO.

Cette roche noire présente une première consolidation assez rare, qui, à l'œil nu, semble de nature augitique. Au microscope, en effet, les phénocristaux sont exclusivement représentés par de gros prismes corrodés et informes d'une *augite* brunâtre qui se présente sous divers aspects. Les uns ont un centre formé par un minéral parfaitement frais, qui est entouré d'une bordure plus ou moins large, corrodée à la façon des micropegmatites et qui renferme des petits grains de magnétite; cette bordure a la même orientation optique que le centre. D'autres ont une partie centrale grisâtre qui polarise à la façon des agrégats, qui présente des extinctions onduleuses, et qui elle-même est entourée par la zone corrodée précédemment décrite. D'autres, enfin, sont complètement corrodés et transformés en plages d'augite vermiculée et criblée de petits grains de magnétite. La *pâte* est holocristalline et de structure doléritique; elle est formée par des grains assez gros d'*olivine* associés à de gros microlites de *labrador* basique et à des octaèdres de *magnétite*.

La composition chimique de ces divers basaltes est la suivante :

(Moyenne de deux opérations concordantes).

	N° 19	N° 34	N°35	N° 32
SiO_2 =	45.32	46.67	47.81	49.02
TiO_2 =	1.54	3.19	2.07	2.25
Al_2O_3 =	14.35	14.91	13·94	14.75
Fe_2O_3 =	4.51	6.57	3.26	3.28
FeO =	8.19	7.81	8.35	8.61
MnO =	0.05	0.07	0.25	0.20
CaO =	11.31	9.24	8.73	9.61
MgO =	9.25	7.25	9.52	8.52
K_2O =	2.06	1.45	0.87	1.56
Na_2O =	3.32	3.07	2.97	3.06
P_2O_5 =	0.91	0.47	0.67	0.60
H_2O = (perte au feu)	0.51	1.50	2.16	0.22
Total =	101.32 =	102.20 =	100.62 =	101.68

N° 19 = Basalte de Vinonikarena à première consolidation augitique.
N° 34 = Basalte de Vohitra (sur la route d'Antsirabé à Mandrarivo).
N° 35 = Basalte, coulée à l'Ouest de Tritriw.
N° 32 = Basalte de Tritriw (scorie basaltique).

§ 2. *Les granits et les granulites ; caractères microscopiques et composition.*

En cours de route, nous avons récolté plusieurs spécimens des granits qui affleurent sur plusieurs points de la région que nous avons parcourue. Ceux-ci sont assez différents les uns des autres; les uns, très acides, se rattachent aux granulites typiques ; les autres, plutôt basiques, sont pauvres en quartz et passent alors aux syénites. Cependant toutes ces roches ont un caractère commun qui est leur abondance en plagioclase acide et la présence constante du microcline. Nous donnerons ci-dessous la description sommaire des principales variétés examinées.

GRANITE QUI FORME LE SOUBASSEMENT DU TRITRIW

La roche a été récoltée au pied même du cône ; elle ne forme pas de gros affleurements; on en trouve seulement quelques petits blocs mêlés aux projections basaltiques au milieu des hautes herbes qui couvrent le plateau. Ce granit qui, par

places, semble plus ou moins gneissique, est blanc rosé, à grain fin; il paraît assez pauvre en mica et, à première vue, ressemble aux granulites du Plateau Central français. Au microscope, la roche renferme quelques petits grains de *magnétite* et un peu de *biotite* en lamelles uniaxes très polychroïques, avec n_g = noir brun, n_p = jaunâtre pâle, n_g-n_p = 0,047. Les *plagioclases* sont abondants et mâclés selon l'albite, plus rarement selon la péricline. Les extinctions sur les sections perpendiculaires à n_p rattachent les variétés à la série des *oligoclases-albites*.

Le *microcline* forme l'élément principal; quant au *quartz*, il est très abondant également et se présente en grains automorphes. La structure est panidiomorphe grenue, la roche est une granulite franche au sens des auteurs français.

GRANULITE FORMANT PROBABLEMENT LE SOUBASSEMENT DU VOHITRA

Nous n'avons pas vu affleurer directement cette roche sous le basalte du Vohitra, mais il est probable qu'elle en forme cependant le soubassement. L'échantillon examiné a été récolté, en effet, sur un petit affleurement, à une faible distance de la route qui va de Mandrarivo à Antsirabé et pas très loin du cône lui-même. La roche est assez semblable à la précédente; au microscope, elle renferme très peu de *magnétite*, un ou deux prismes d'*apatite*, quelques sections de *biotite* brune polychroïque, avec inclusions de *zircon* auréolé, puis un peu de *hornblende* verte, polychroïque également, en cristaux déchirés et en débris sur lesquels on reconnaît les profils (110) et (010) avec les clivages (110) nets.

Le plan des axes est (010) la bissectrice aiguë négative = n_p; le polychroïsme est comme suit: n_g = vert foncé, n_m = verdâtre, n_p = brun pâle. L'élément blanc est principalement représenté par un *oligoclase* acide mâclé selon l'albite dont les caractères sont les suivants:

1° Section perpendiculaire à n_p, mâclée selon Ab.

Extinction de 1. $Sn_p = 8°$.

» » 1' » $= 5°$.

2° Section perpendiculaire à n_g bisectrice aiguë.

Extinction à + 13° du clivage (001) pour n_p sur Sn_g.

3° Section perpendiculaire à N_m mâclée selon Ab.

Extinctions symétriques de 1 et 1' à 2° du plan de mâcle.

Le *microcline* accompagne l'oligoclase; il est cependant moins abondant. Le *quartz* est très répandu et moule les feldspaths ou présente des formes idiomorphes.

GRANIT PORPHYROÏDE, RIVE DROITE DE LA SAHATANY

La roche a été récoltée en descendant, venant de l'Ouest, sur la partie supérieure de la vallée de la Sahatany, à peu près vis-à-vis du village de Maharitra et au-dessus de la crête appelée Analavori. Elle est de couleur blanche, d'aspect granulitique, et renferme de nombreux et volumineux cristaux porphyroïdes de feldspath. Au microscope, elle est fortement altérée et renferme de la *biotite* brune uniaxe, avec cristaux de *zircon* auréolés ; de l'*oligoclase* acide, du *microcline* et beaucoup de *quartz*. La structure est panidiomorphe grenue. Les phénocristaux, qui sont mâclés selon la loi de Karlsbad, paraissent être de l'*orthose* et du *microcline;* ils renferment de nombreuses inclusions de *plagioclases* altérés, puis des filonnets d'*albite* et quelques petites lamelles de *mica blanc*.

GRANIT ENCAISSANT LE FILON DE PEGMATITE DE TÉTÉHINA

Ce granit affleure un peu au Sud de Mandrarivo, près du ruisseau d'Antaboko ; il encaisse le filon de pegmatite de Tétéhina. C'est une granulite blanche, à grain fin, qui, à l'œil nu, paraît assez pauvre en mica noir, mais par contre très riche en quartz. Au microscope, elle renferme un peu de *biotite* brune très polychroïque, avec *zircons* auréolés ; puis de la *muscovite* qui l'emporte quantitativement sur le mica noir. Les plagioclases, qui sont abondants, répondent aux caractères suivants :

1° Section Sn_p mâclée selon Ab.

Extinction de 1 $Sn_p = 5°$ }
» » 1′ » $= 5°$ } oligoclase acide.

2° Section Sn_g bissectrice aiguë.

Extinction de n_p à $+ 12°$,

Le *microcline* est abondant également et présente, sur les sections Sn_m, le quadrillage caractéristique avec extinctions à 18°. Le *quartz* prédomine et se rencontre en grains idiomorphes. La roche est une granulite à deux micas.

GRANIT AU CONFLUENT DE LA SAHANIVOTRY

L'échantillon a été récolté sur la route d'Antsirabé à Ambositra, tout près du confluent de la Sahanivotry. La roche est leucocrate, à grain fin, de couleur rosée, et assez pauvre en élément noir. Au microscope, elle renferme de l'*apatite* en jolis prismes libres parmi les éléments constitutifs, du *sphène* abondant en petits grains grisâtres ou en fuseaux et de la *magnétite* en cristaux plus volumineux, mais assez

rares. L'élément noir est représenté par une *hornblende* vert foncé très polychroïque, qui est assez rare d'ailleurs et possède les propriétés optiques suivantes : le plan des axes est parallèle à (010) ; sur cette face, n_g s'éteint à 20-22°, la bissectrice aiguë est négative, l'angle 2V est très petit, la biréfringence n_g-n_p = 0,019 (approximatif). Le polychroïsme est intense, n_g = vert très foncé, n_m = vert, n_p = brun pâle.

A côté de la hornblende, on trouve aussi quelques débris d'un minéral verdâtre pâle et non polychroïque, qui présente deux clivages (110) et qui, sur la section parallèle au plan des axes, s'éteint sous un angle qui dépasse 35° n_g-n_p = 0,025 ; ce minéral doit être rattaché à la famille des *pyroxènes monocliniques*. Les *plagioclases* forment l'élément prédominant et appartiennent à la série des *oligoclases acides*, comme le montrent les déterminations suivantes :

1° Sections Sn_p mâclées selon Ab.

Extinction de 1 Sn_p = 4° } 1 Sn_p = 4°. }
» » 1′ » = 5° } 1′ » = 7°. }

2° Sections Sn_g avec clivages (001) et cassures (100). n_g est bissectrice aiguë.
Extinctions de n_p à + 11° et + 12°.

3° Section Sn_m mâclée selon Ab.

Extinction de 1 Sn_m = 3°. }
» » 1′ » = 3°. }

Le *microcline* est très abondant ; sur la section Sn_m les lamelles croisées sont relativement larges ; l'extinction se fait à 15° de la trace des mâcles.

Le quartz est moins développé que les feldspaths ; il se rencontre en grains idiomorphes.

GRANIT PORPHYROÏDE D'ILAKA

Cette superbe roche, qui affleure sur une grande étendue le long de la route d'Antsirabé à Ambositra, est de couleur plus ou moins rosée et caractérisée par la présence de gros cristaux porphyroïdes de feldspath. Au microscope elle est d'une grande fraîcheur et renferme les éléments suivants : apatite, magnétite, sphène, zircon, biotite, hornblende, épidote, plagioclases acides, microcline et quartz.

L'*apatite* se rencontre en petits prismes hexagonaux libres ou inclus dans l'élément noir. La *magnétite* forme quelques gros octaèdres toujours à proximité de la hornblende. Le *sphène,* très répandu, se rencontre inclus dans l'élément noir ou libre parmi les autres minéraux. Il se présente en grains irréguliers, grisâtres, avec 2V relativement grand. Le *zircon* est rare ; on en trouve seulement un ou deux

petits grains par coupe; ses caractères optiques sont normaux. La *biotite*, qui joue un rôle effacé vis-à-vis de la hornblende, se rencontre en petites lamelles uniaxes très polychroïques, avec n_g = brun foncé, n_p = brun pâle; elle est fréquemment chloritisée; la chlorite est alors vert d'herbe et faiblement polychroïque. La *hornblende*, qui représente l'élément noir le plus important, est corrodée, par places réduite à l'état de débris. Les cristaux ont un allongement prismatique positif; sur (010) parallèle au plan des axes, n_g s'éteint à 22°; le signe optique est négatif, mais l'angle 2V est presque nul. La biréfringence n_g-n_p = 0,017; quant au polychroïsme, on a n_g = vert d'herbe foncé, n_m = vert, n_p = jaune brunâtre pâle. La dispersion des axes optiques est très sensible. La hornblende renferme des inclusions de sphène.

L'*épidote* accompagne étroitement la hornblende; on la trouve en cristaux et grains irréguliers assez volumineux; le signe optique est négatif, la biréfringence élevée et variable.

Les *plagioclases*, très développés, sont mâclés selon l'albite, Karlsbad et la péricline; les types rencontrés appartiennent à la série des *oligoclases acides*, comme le montrent les chiffres ci-dessous.

1° Sections Sn_p mâclées selon Ab.

Extinction de 1 Sn_p = 6° } 1 Sn_p = 8° }
» » 1' » = 8° } 1' » = 8° }

2° Section Sn_p mâclée selon Ab et P.

Extinction de 1 Sn_p pour Ab = 6° 1 Sn_p pour P = 85°.
» » 1' » » » = 8° 1' » » » = 89°.

3° Section SA perpendiculaire à l'axe optique mâclée selon Ab.

Trace du plan des axes sur SA = 85° environ.
Extinction sur 1' = 8° »

3) Sections Sn_g avec clivages (001) et cassures (100).

Les extinctions de n_p sont toujours +, mais les valeurs des angles relevés sur des sections toujours centrées par rapport à n_g varient.

On a obtenu les chiffres + 6°, + 7°, + 2°, + 9°, + 2°, etc.

Le signe de la bissectrice n_g ne peut être déterminé avec précision. La plupart des sections Sn_g sont peu biréfringentes; quelques-unes renferment des très fines veinules d'un feldspath plus biréfringent. Ces sections appartiennent sans doute à divers types d'oligoclases acides; il existe très probablement aussi de l'*orthose*, car nous avons examiné une section Sn_p montrant deux clivages rectan-

gulaires, non mâclée, et qui s'éteignait à 0° par rapport à la trace de l'un des clivages. *Microcline* abondant avec ses caractères habituels; *quartz* également très répandu en grains idiomorphes.

La *structure* est panidiomorphe grenue; les phénocristaux feldspatiques sont formés par du microcline à petits filonnets d'albite; ils empâtent de l'amphibole et des plagioclases acides.

La composition chimique de cette roche est la suivante :

Analyse du granit d'Ilaka :

(Moyenne de deux déterminations.)

SiO_2	=	64.24
TiO_2	=	0.25
Al_2O_3	=	17.35
P_2O_5	=	0.17
Fe_2O_3	=	2.33
FeO	=	2.05
CaO	=	3.52
MgO	=	1.04
K_2O	=	5.02
Na_2O	=	4.79
Perte au feu	=	0.35
		101.01

GRANIT UN PEU EN AMONT DU CONFLUENT DE LA SAHANIVOTRY.

Cet échantillon a été récolté sur la route d'Antsirabé à Ambositra, en amont du confluent de la Sahanivotry. Il est à grain moyen et riche en éléments noirs; la roche, en effet, est mésocrate et ressemble à l'œil un peu plus à une syénite qu'à un granit, ce que confirme d'ailleurs l'examen microscopique. Au microscope, il renferme de l'apatite, du sphène, de la magnétite, de la biotite, de la hornblende, des plagioclases acides, du microcline et du quartz. L'*apatite*, la *magnétite* et le *sphène* se rencontrent en inclusions dans l'élément noir. La *biotite* se présente en lamelles déchiquetées très polychroïques dans les tons bruns. La *hornblende* l'emporte sur la biotite; elle se trouve en débris irréguliers sur lesquels on peut distinguer les faces (110) et (010), avec un allongement prismatique positif et extinction à 13° sur (010). La bissectrice aiguë = n_p 2V est également très petit, presque égal à 0°. Le polychroïsme particulièrement intense est comme suit : n_g = vert très

foncé, presque noir, n_m = vert, n_p = jaune-brunâtre très pâle, la biréfringence n_g-n_p = 0,016 (approximatif). L'intensité du polychroïsme rend d'ailleurs difficile l'étude des propriétés optiques. Les *plagioclases* sont très abondants et appartiennent également à la série des oligoclases acides.

1. Section Sn_p mâclée selon Ab.
   Extinction sur 1 Sn_p = 5° } 1 Sn_p = 6°.
   » » 1′ » = 4° } 1′ » = 4°.

2. Section Sn_p mâclée selon Ab et P.
   Extinction de 1 Sn_p pour Ab = 5° } de 1 pour P = 85°.
   » » 1′ » » » = 5° }

3. Section mâclée selon Ab et K, légèrement oblique sur n_p.
   Extinction de 1.1′ = 6°. 1 = 3° 1/2 } La biréfringence de 2 est
   » » 2.2′ = 4°. 2 = 2° } voisine de n_g-n_p.

4. Section Sn_g, extinction de n_p à + 8° de la trace de (001).

Le *microcline* représente l'élément prédominant, il a ses caractères habituels; quant au *quartz*, il est rare et de plus petite dimension que les autres éléments. La structure est panidiomorphe grenue. La roche est plutôt une syénite alcalifère qu'un granit.

§ 3. *Les diorites quartzifères, caractères microscopiques.*

Sur la route d'Ambositra à Antsirabé on trouve, avant d'arriver au village d'Ilaka, des roches noires très mélanocrates qui sont utilisées comme matériel d'empierrement. Nous n'avons pas vu ces roches en place, mais comme leur gisement se trouve tout près d'Ilaka, nous en avons cependant récolté quelques spécimens pour les examiner au microscope. A l'œil nu, la diorite présente une certaine schistosité; au microscope, elle renferme un peu de *magnétite*, des prismes hexagonaux d'*apatite* et quelques petits grains de *zircon;* ces divers minéraux sont généralement inclus dans l'élément noir. La *biotite* est particulièrement abondante, elle se présente en grandes lamelles plus ou moins hexagonales qui sont toujours uniaxes négatives et qui jouissent d'un polychroïsme particulièrement intense : n_g = rouge brun foncé, n_p = brun pâle. La *hornblende* se présente en volumineux cristaux excessivement corrodés, avec allongement prismatique positif peu marqué. Le plan

des axes est parallèle à (010), n_g s'éteint sur ce plan à 18° de l'allongement ; le signe optique est négatif, mais 2V est excessivement petit ; certains cristaux sont presque uniaxes. La biréfringence $(n_g - n_p) = 0{,}0157$ (compensateur) ; le polychroïsme très fort est comme suit : n_g = vert bleuâtre, n_m = vert, n_p = jaunâtre pâle. La dispersion des axes est assez forte. Il est à remarquer que cette hornblende curieuse se rencontre dans presque toutes les roches de la région ; elle est sans doute alcalifère et rappelle par ses propriétés la hornblende de Ditrö.

L'*épidote* est également assez répandue, et toujours subordonnée à l'élément noir. Sur la section n_g-n_p l'extinction est à 0° ; le signe optique est négatif, 2V est assez grand.

Les *plagioclases* sont très abondants et d'un caractère basique, comme l'indiquent les chiffres suivants :

1. Section Sn_p mâclée selon Ab et P.
   Extinction de 1 Sn_p pour Ab = 33°. 1 pour P = 52°.

Les lamelles 1′ sont trop fines pour une vérification précise.

Quartz uniaxe positif en grains idiomorphes.

Comme structure, la roche est panidiomorphe grenue et anisométrique ; l'élément noir est de plus grande dimension que les feldspaths et présente une orientation parallèle.

§ 4. *Les pegmatites, caractères microscopiques, minéraux accessoires et principales variétés.*

Les pegmatites qui sont, comme nous l'avons dit, si répandues dans la région des environs d'Antsirabé, sont en principe formées de *microcline* et de *quartz*. D'habitude, ce microcline est blanc, ou légèrement rosé ; il est parfois remplacé par une superbe amazonite bleu verdâtre. Les propriétés optiques de ce microcline sont normales ; elles seront données *in-extenso* dans la seconde partie de cet ouvrage. Le *mica* n'est pas un élément constitutif essentiel, car il manque souvent dans la pegmatite et n'est d'ailleurs pas caractéristique pour un centre déterminé, car il se trouve dans certains filons et fait défaut dans d'autres. On rencontre d'habitude une *lépidolite* violette très typique ; puis une lépidolite blanche un peu différente de la précédente, et enfin une lithionite noire de coloration variable. Dans certaines roches, les deux micas existent simultanément avec prédominance du mica blanc ; dans d'autres, la lithionite fait défaut.

Le grain des pegmatites et le mode d'association des divers minéraux varient; dans la règle, les minéraux constitutifs sont d'une grande dimension, ils peuvent même devenir gigantesques. Le grain n'est d'ailleurs pas uniforme dans le même filon; il n'est pas rare, par exemple, de trouver dans telle ou telle veine dont les minéraux consécutifs sont de taille moyenne, des régions où, subitement, ces mêmes minéraux prennent une dimension exagérée et deviennent gigantesques.

Ce curieux phénomène a pour effet de provoquer au sein de la pegmatite des accumulations locales de tel ou tel de ses éléments constitutifs. C'est tout particulièrement le cas pour le quartz, et cette disposition apparaît surtout nettement lorsque la pegmatite est profondément décomposée (ce qui est fréquemment le cas). Les feldspaths sont alors entièrement kaolinisés et les gros individus de quartz qui restent indemnes, apparaissent empâtés dans une masse friable et blanche produite par l'altération des feldspaths. Cette particularité du quartz fait que ce minéral joue le rôle d'indicateur pour les filons de pegmatite. Chaque fois que l'on rencontre un affleurement de quartz laiteux ou rosé, on peut être certain que la pegmatite se trouve au-dessous; le quartz en effet résiste à l'érosion, tandis que le feldspath kaolinisé qui l'empâte est facilement désagrégé à la surface du sol et enlevé par ruissellement.

Sur plusieurs des filons visités, à Antaboko notamment, on peut observer une association graphique du quartz avec le feldspath; le phénomène est fréquent mais souvent tout à fait local.

Là où la pegmatite d'un filon à éléments gigantesques devient finement grenue, dans les petites apophyses notamment, la composition minéralogique de la roche change, comme on pourra le voir par les descriptions qui vont suivre. Les plagioclases acides remplacent partiellement le microcline et peuvent même complètement le substituer.

Les *minéraux accessoires* de ces pegmatites sont nombreux et variés, leur étude détaillée fera l'objet de la seconde partie de cet ouvrage. Les plus répandus sont les tourmalines, le béryl, le triphane, puis la spessartine.

Les *tourmalines* sont représentées par des variétés noires communes (schörl) puis par des rubellites de toutes teintes, depuis le rose violacé pâle jusqu'au rouge sang de pigeon, et enfin par des variétés polychromes. Les cristaux sont souvent très curieusement zonés et les teintes qui alternent dans les zones concentriques sont le rouge, le rose, le jaune plus ou moins foncé, le brun clair, et le brun très intense. Il existe également des zones absolument incolores.

Il n'y a pas de règle dans la succession des zones colorées qui forment les cristaux et dans un même filon nous avons vu des spécimens chez lesquels le centre était rose, avec une zone médiane jaune et une bordure brune, et d'autres chez

lesquels les mêmes couleurs étaient disposées en sens inverse. Le nombre des zones concentriques est fort variable, elles sont souvent très nombreuses et leur ordre de succession est parfois différent sur un même cristal prismatique, comme on peut le voir sur plusieurs sections normales à l'axe A^3 et faites à des distances croissantes à partir de (0001). La taille des cristaux est également sujette à de grosses variations; certains individus sont énormes et peuvent peser plusieurs kilogrammes; d'autres sont très petits et presque aciculaires; les cristaux de teinte uniforme (rose ou rouge) sont presque toujours petits. Les tourmalines noires prédominent de beaucoup sur celles colorées, qui ne font que les accompagner; près de Maharitra, nous avons même pu voir certains gros filons de pegmatite qui avaient fourni quelques superbes et volumineux cristaux de rubellite, et où cependant on ne voyait sur les fronts de taille comme dans les déblais que de la tourmaline commune. Là où les rubellites accompagnent les tourmalines noires, elles paraissent être d'autant plus abondantes que les filons sont plus étroits; ainsi, à Tétésantsio par exemple, où les veinules de pegmatite sont très minces, la rubellite se substitue presque entièrement à la tourmaline noire. En général, les cristaux de tourmaline sont répartis plus ou moins irrégulièrement parmi les éléments feldspathiques et gisent pêle-mêle avec ces derniers; on voit cependant certains filons où ces tourmalines se sont développées normalement aux épontes. Les cristaux terminés et mesurables sont presque toujours accumulés dans des géodes qui sont sporadiques dans la pegmatite; c'est également le cas pour la plupart des autres minéraux accessoires. Les minéraux des géodes sont d'habitude parfaitement développés, leurs faces toujours nettes sont lisses; lorsque la pegmatite est dure, ils se brisent souvent pendant leur extraction, lorsqu'elle est décomposée, ils sont empâtés dans le kaolin et peuvent aisément être isolés par un lavage approprié. La tourmaline se trouve indifféremment dans les filons qui traversent les quartzites comme dans ceux qui percent les cipolins; il semble cependant que les rubellites se rencontrent plus volontiers dans ces derniers.

Le béryl bleu (aigue-marine) et incolore se rencontre généralement en prismes de très grande taille, et par conséquent dans les régions où le grain de la pegmatite s'exagère considérablement; les cristaux hexagonaux et basés sont associés au feldspath ou directement au quartz. Lorsque la pegmatite est décomposée, on les trouve, dans ce dernier cas, à l'intérieur de gros individus de quartz enfouis dans le kaolin. Les cristaux peuvent peser jusqu'à 25 kilogrammes et même davantage; il en existe cependant qui sont considérablement plus petits et mesurent à peine quelques centimètres. Une seule fois nous avons pu voir le béryl dans la pegmatite fraîche, en général la roche qui le contient est toujours altérée et le béryl lui-même presque entièrement kaolinisé. En cassant des cristaux grisâtres et opaques, on

trouve à l'intérieur certaines parties restées intactes qui sont transparentes et souvent d'un beau bleu de ciel, ce sont ces parties saines qu'on utilise pour la taille. Ce béryl se rencontre principalement dans les filons qui traversent les quartzites; il paraît y être excessivement commun, et nombreux sont les points sur lesquels sa présence a été constatée dans la pegmatite; il se trouve indifféremment avec ou sans la tourmaline noire, par contre nous n'avons vu qu'un seul gisement où il accompagne la rubellite. Les pegmatites à béryl bleu renferment presque toujours du mica blanc ou deux micas, le mica blanc y affecte fréquemment la disposition dite « palmée ». A Antaboko, près de Mandrarivo, nous avons vu des cristaux de béryl qui étaient absolument truités et formés par des plages de couleur vert d'eau et d'autres de teinte rosée.

A côté du béryl bleu (aigue-marine), on rencontre dans certains filons une seconde variété dont la forme cristalline est différente de celle du béryl ordinaire, et qui paraît d'ailleurs considérablement plus rare. Ce béryl est de couleur rose fleur de pêcher, ou quelquefois saumon clair quand le minéral est un peu altéré; on en trouve aussi qui est tout à fait incolore. Le béryl rose de Madagascar était connu depuis longtemps, mais le gisement était ignoré. Il a été récemment trouvé dans quelques filons de la vallée de Sahatany qui sont exploités par la « Société nantaise », puis, pendant notre séjour, il a été extrait en grande quantité de l'un des filons de Tsilaïsina, propriété de M. Girod.

Le *triphane* jaune ou violacé est un minéral rare qui se trouve dans quelques filons de la vallée de la Sahatany et en petite quantité à Antsongombato.

La *spessartine*, enfin, est assez répandue; les cristaux volumineux sont généralement opaques, ceux plus petits sont transparents ou translucides et de couleur jaune de miel ou jaune brunâtre. La spessartine se rencontre dans les filons qui traversent les cipolins comme dans ceux qui sont encaissés par les quartzites, mais dans ce dernier cas, toujours à proximité des calcaires métamorphiques. Elle n'est jamais très abondante.

Nous donnerons, pour terminer la description des pegmatites et les caractères microscopiques de quelques variétés dont le grain était suffisamment fin pour permettre d'obtenir une coupe; on verra que chez celles-ci les plagioclases sont toujours très abondants et peuvent même remplacer complètement les feldspaths potassiques.

PEGMATITE FILON N° 6 ANTSONGOMBATO

Roche blanche, à grain moyen, riche en quartz. A l'œil nu, elle renferme un peu de quartz et de spessartine. Au microscope : elle paraît entièrement formée par du *plagioclase* acide et par du *quartz*; les caractères optiques de ce plagioclase en

font une variété d'oligoclase très acide, voisine de l'albite, comme le montrent les déterminations suivantes :

1° Sections mâclées selon Ab voisines de Sn_p.

Extinction de 1 voisin de $Sn_p = 17°$ | 1 voisin de $Sn_p = 14°$
» » 1' » » » $= 16°$ | 1' » » » $= 13°$

2° Section Sn_p mâclée selon Ab et P.

Extinction de 1 Sn_p pour Ab $= 16°$ | 1 pour P $= 80°$
» » 1' « » » $= 15°$ | 1' » » $= 75°$

3° Section Sn_g absolument centrée, n_g bissectrice aiguë.

Extinction de n_p à $+ 18°$.

Quartz très abondant, uniaxe positif. Il est à remarquer que le *microcline* manque totalement dans la préparation.

PEGMATITE FILON N° 3 ANTSONGOMBATO

Roche à grain moyen, au contact avec les cipolins.

Au microscope, quelques gros cristaux jaunes de spessartine, passablement de tourmaline brune, un peu d'indicolite, puis quelques sections de pyroxène.

La roche est entièrement formée par du plagioclase acide réuni à beaucoup de quartz. Les propriétés de ce plagioclase sont les suivantes :

1° Section Sn_p mâclées selon Ab.

Extinction de 1 $Sn_p = 9°$ | 1 $= 12°$ | 1 $= 13°$
» » 1' » $= 8°$ | 1' $= 11°$ | 1' $= 13°$

2° Section Sn_p mâclée selon Ab et K.

Extinction de 1 $Sn_p = 9°$
» » 2 $= 8°$

l'individu 2 est sensiblement plus biréfringent que 1.

3° Section Sn_g bissectrice aiguë.

Extinction de n_p à $+ 19° + 17° + 20°$.

Tous ces caractères concordent avec ceux de feldspaths très acides voisins de l'*albite* et à l'*albite elle-même.*

PEGMATITE, MÊME FILON ANTSONGOMBATO

Cette roche est en tous points identique à la précédente. Au microscope : elle ne renferme également pas de microcline, mais paraît formée entièrement par des *plagioclases,* avec un peu de *tourmaline* brune.

1° Sections Sn_p mâclées selon Ab.

Extinction de 1 $Sn_p = 13°$ | 1 $= 12°$ | 1 $= 13°$
» » 1' » $= 13°$ | 1' $= 11°$ | 1' $= 13°$

Les sections présentent généralement le clivage (001) qui se poursuit en ligne droite sur les deux individus.

2° Section Sn_p mâclée selon Ab et P, un peu oblique sur n_p.

Extinction de 1 Sn_p pour Ab $= 15°$ | 1 pour P $= 76°$
» » 1' » » » $= 13°$ | 1' » » $= 76°$

3° Section de Sn_g, bissectrice aiguë.

Extinction de $+ 20°$.

PEGMATITE FILON N° 6 ANTSONGOMBATO

Roche blanche, finement grenue, criblée de petits cristaux de *tourmaline*.

Au microscope, *tourmaline* zonée abondante, la bordure externe des cristaux est incolore, le centre est coloré. Quelques sections de *pyroxène* incolore. Beaucoup de *plagioclases*.

1° Sections Sn_p mâclées selon Ab et plus ou moins centrées.

Extinction de 1 $Sn_p = 14°$ | 1 $= 14°$
» » 1' » $= 14°$ | 1' $= 14°$

2° Section Sn_g centrée, avec clivages (001) et cassures (100), n_g bissectrice aiguë.

Extinction de n_g à $+ 19°$.

D'autres sections mal centrées donnent des extinctions comprises entre 17° et 20°. Le plagioclase est donc de nature albitique. *Microcline* moins abondant que les plagioclases; la section Sn_m montre le quadrillage caractéristique avec extinction à 16° par rapport à la trace des mâcles. *Quartz* abondant.

PEGMATITE AU CONTACT DU CIPOLIN, ANTANDROKOMBY

Roche à grain moyen, contenant de la rubellite visible à l'œil nu.

Au microscope : Quelques grandes sections de *tourmaline* incolore, pas de *microcline* ni d'*orthose*, la roche renferme exclusivement des *plagioclases* et du quartz.

Les caractères des plagioclases sont les suivants :

1° Sections Sn_p, mâclées selon Ab, plus ou moins bien centrées.

Extinction de 1	$Sn_p = 7°$	1	$Sn_p = 8°$
» » 1′	» $= 5°$	1′	» $= 7°$

2° Sections mâclées selon Ab et P voisines de Sn_p.

Extinction de 1	Sn_p pour Ab $= 10°$	1	pour P $= 77°$
» » 1′	» » » $= 8°$	1′	» » $= 86°$
» » 1	» » » $= 7°$	1	» » $= 82°$
» » 1′	» » » $= 8°$	1′	» » $= 82°$

3° Section mâclée selon Ab et K voisine de Sn_p

Extinction de 1	$Sn_p = 7°$	$2 = 3°$
» » 1′	» $= 6°$	$2' = 5°$

Les caractères sont ceux d'un oligoclase très acide voisin de l'albite. *Quartz* très abondant, en grains idiomorphes.

§ 5. *Les cipolins, caractères microscopiques, leurs contacts avec les pegmatites.*

Comme nous l'avons vu précédemment, les cipolins sont, dans la règle, des roches blanches friables, largement cristallisées, qui ressemblent à des marbres à grain grossier.

Certaines variétés sont cependant verdâtres, zébrées de lignes sombres plus ou moins parallèles sur un fond blanc, et paraissent fortement métamorphosées. Ces variétés se rencontrent fréquemment au contact même des pegmatites. En thèse générale ces cipolins sont formés par des grains de *calcite* associés à un peu de *quartz;* le métamorphisme y développe du *mica noir* assez faiblement polychroïque et du *diopside* incolore, corrodé et disposé en plages irrégulières parmi les éléments précités. Parfois même toute trace de calcite a complètement disparu, et tout le cipolin est transformé en une roche compacte, dure, généralement à grain fin, formée par des plages corrodées et irrégulières de diopside qui se touchent directement et qui sont orientées optiquement d'une manière différente. Dans les multiples cryptes qui sillonnent ces plages de pyroxène, on trouve un peu de quartz et probablement aussi un minéral feldspathique en petits grains associés à quelques rares lamelles de mica.

Le contact immédiat des pegmatites avec les cipolins se présente dans des conditions qui paraissent être très uniformes. Entre la pegmatite franche dont les éléments diminuent de grosseur et qui est généralement très riche en *quartz,* et les *cipolins,*

on trouve une zone de transition formée principalement par de nombreuses aiguilles de *tourmaline* toujours très fortement corrodées et de couleur noir bleuâtre, qui sont mêlées à des grains de *quartz,* quelques grains de *plagioclase* acide et de petites lamelles de *biotite* brune plus ou moins abondantes selon les spécimens. Souvent on trouve à l'état d'épaves dans cette zone, quelques plages de *diopside* corrodées à la façon des micropegmatites.

N° 23. Cipolin près du contact. Attaque N° 4. Antsongombato.

La roche est rubannée et présente des bandes plus claires qui alternent avec d'autres brunâtres et micacées. Sous le microscope, les parties plus blanches sont formées par la réunion de gros grains de *calcite* avec quelques lamelles de *biotite* uniaxe négative et polychroïque n_g = brun verdâtre pas très foncé, n_p = brunâtre, presque incolore, $n_g - n_p$ 0,044; puis avec quelques grains de *quartz.* Les zones plus foncées sont constituées par un assemblage de petits grains de calcite et de multiples lamelles de *mica noir*. On y trouve également de nombreuses plages corrodées d'un *pyroxène* incolore qui répond aux caractères suivants : ces plages présentent des clivages (110) nets; la section perpendiculaire à n_g, bissectrice aiguë, montre deux de ces clivages jusqu'à angle droit. Sur $g^1 = (010)$ l'extinction de n_g se fait à 40° environ (38°) par rapport au clivage, les biréfringences principales sont: $n_g - n_p = 0{,}028$, $n_m - n_p = 0{,}004$. On trouve également quelques gros grains grisâtres de *sphène* mêlés aux minéraux précités.

N° 10. Cipolin, filon d'Antandrokomby.

Roche blanche, dure, compacte, d'aspect porcelainé. Au microscope, elle est entièrement formée par des plages irrégulières de pyroxène incolore qui se touchent directement et qui sont excessivement corrodées. Quand on examine la roche aux grossissements moyens, elle paraît formée par des grains de *pyroxène* associés à un minéral très peu biréfringent qui semble être du *quartz;* aux grossissements plus faibles, il est aisé de voir que ces grains appartiennent en réalité à une plage unique très fortement corrodée, car ils s'éteignent simultanément. Dans les cryptes de ces pyroxènes on trouve quelques petites lamelles de *mica* brun, puis de petits grains d'un minéral feldspathique que nous n'avons pas pu déterminer avec plus de précision. Il existe probablement aussi un peu de quartz, mais les figures obtenues en lumière convergente sont si mauvaises qu'il n'est pas possible d'être affirmatif.

N° 11. Cipolin, filon d'Antandrokomby.

La roche est identique au N° 10 et présente les mêmes caractères microscopiques.

N° *a*. Cipolin Antsongombato près du contact avec la pegmatite, attaque N° 3.

La roche est très compacte, de couleur gris verdâtre; sur une coupe polie de celle-ci on voit des traînées blanchâtres plus ou moins parallèles, qui alternent avec d'autres de couleur noirâtre ou verdâtre. Au microscope, la roche est formée par une association de petites lamelles de *mica* brun et de grains de *calcite*. Le *mica* est coloré en brun assez pâle, et possède les propriétés optiques indiquées précédemment. Parmi ces éléments, on voit de grosses plages corrodées de *diopside* incolore, puis quelques sections d'un minéral que nous rattachons à l'*amphibole*, et qui est incolore également. Ce minéral présente en effet deux clivages (110) qui, sur la section perpendiculaire à la bissectrice obtuse qui est n_g, se coupent sous un angle de 130° environ, le plan des axes passe dans l'angle obtus des clivages. Sur les sections (010) n_g s'éteint à 20° environ de la trace du clivage, l'allongement est positif, la biréfringence $n_g - n_p = 0{,}025$ et $n_m - n_p = 0{,}015$.

N° 13. Cipolin, Antsongombato attaque N° 6.

La roche est tout à fait semblable à la précédente. Elle est formée par la réunion de petites lamelles de mica, de grains de calcite, et de cristaux informes d'amphibole incolore ayant les caractères optiques déjà indiqués. Dans cette masse on trouve de nombreuses plages corrodées de *diopside* incolore et quelques très rares grains de *magnétite*.

N° *b*. Cipolin vert. Sommet du plateau d'Analalava.

La coupe passe par le contact de deux roches différentes. La première est constituée par de très petites lamelles de *biotite* brun verdâtre très polychroïques, mêlées à des grains de *calcite*, de *quartz*, et quelques petits octaèdres de *magnétite*. La seconde est formée par un mélange de plages corrodées de *pyroxène* incolore; de cristaux et de fragments d'une *amphibole* vert pâle, de signe optique négatif, qui s'éteint à 18-20° sur (010) et présente le polychroïsme suivant : n_g = vert pâle, n_m = vert, n_p = presque incolore. On y trouve aussi quelques gros cristaux de *tourmaline* gris bleuâtre foncé et des grains de sphène grisâtre. Les espaces laissés vides entre les minéraux précités, sont remplis par des grains d'un *feldspath* très

peu biréfringent et non mâclé qui n'a pu être déterminé plus exactement, ainsi que quelques grains de quartz.

N° 25. Contact du cipolin avec la pegmatite. Antsongombato, taille N° 10.

La coupe passe par la zone de contact immédiate des deux roches. Près de ce contact la pegmatite présente les caractères ordinaires, elle est riche en *quartz* et en *plagioclase* très albitique. La zone de contact immédiat est assez tranchée, elle est caractérisée par l'apparition d'une multitude d'aiguilles de *tourmaline* très polychroïque avec n_g = gris noirâtre foncé, n_p = brunâtre jusqu'à incolore. Cette tourmaline est toujours fortement corrodée et souvent zonée, le centre est d'habitude plus coloré que la périphérie. Ces aiguilles sont mêlées à des grains de quartz.

N°s 8 et 9. Contact des cipolins avec la pegmatite. Antandrokomby.

Analogue au précédent. Près du contact, la pegmatite est très quartzeuse, riche en plagioclases acides et renferme quelques gros cristaux de tourmaline. Au contact même on trouve une zone formée par des aiguilles très corrodées de *tourmaline* gris noirâtre, mêlées à des grains de *quartz,* et à quelques lamelles de *biotite* brune assez peu colorée. Au contact immédiat, la tourmaline est abondante et ses aiguilles relativement grosses; à mesure qu'on s'en éloigne la tourmaline diminue et les aiguilles deviennent plus petites; par contre, les lamelles de biotite augmentent beaucoup et forment une association grenue avec le quartz. Il n'est pas rare de trouver dans la pegmatite, au voisinage du contact, une ou deux plages corrodées de *diopside* incolore.

§ 6. *Les quartzites.*

La structure et la composition des quartzites sont très uniformes. Elles sont généralement formées par des grains polyédriques de quartz directement pressés les uns contre les autres et souvent associés à un peu de matière kaolinique opaque et grisâtre.

N° 17. Quartzite, flanc Est de la montagne d'Ampisana.

Cette roche est blanche, finement grenue saccharoïde et friable. Au microscope, elle est formée par des grains polyédriques de quartz mêlés à quelques rares

aiguilles de tourmaline brune. Elle renferme également quelques paillettes de mica blanc qui sont incluses dans le quartz.

N° 12. Quartzite, sommet de la pyramide de Tsilaisina.

La roche est absolument identique au numéro précédent, mais renferme de plus quelques grains de rutile.

§ 7. *Les micaschistes et les phyllades.*

Nous n'avons nullement la prétention de faire ici une étude détaillée des schistes cristallins de la région que nous avons parcourue, et nous nous bornerons simplement à décrire les types les plus importants. Ceux-ci sont représentés par des micaschistes, des gneiss granulitiques et des phyllades.

Les micaschistes reposent généralement directement sur les quartzites; ils sont très feuilletés, riches en mica et se rencontrent fréquemment entre les quartzites et les cipolins (vallée de Midoly, Tsilaisina, etc.).

Les gneiss granulitiques sont principalement développés à l'Est de la grande chaîne de l'Ibity; ils forment la montagne de Marorano et on les trouve sur une assez grande étendue quand on remonte le cours de la rivière Sahanivotry.

Les phyllades ont été rencontrées dans la partie tout à fait sud de la contrée parcourue, notamment dans la région qui avoisine le gisement de Fierenana; d'après leur position, elles paraissent supérieures aux micaschistes.

N° 18. Micaschiste, flanc occidental de la chaîne d'Ambatoménaloa, vallée de Midoly.

La roche, très cristalline et schisteuse, est formée par des lits quartzeux qui alternent avec d'autres riches en mica. Au microscope, elle renferme quelques jolis grains de *zircon*, de nombreuses aiguilles terminées de *tourmaline* brune très polychroïque, un peu de *magnétite*, beaucoup de *biotite* uniaxe négative avec $n_g =$ brun foncé presque noir, $n_p =$ jaunâtre pâle, de la *muscovite* très abondante, négative également, mais biaxe avec 2V assez petit et extinction à 5° du clivage (001), et enfin du *quartz* en grains polyédriques, qui représente l'élément prédominant. La structure est celle dite schisto-cristalline (Kristallisationsschieferung); les zones riches en lamelles de biotite mêlées à celles du mica blanc et aux aiguilles de tourmaline alternent avec d'autres presque entièrement formées par des grains de quartz.

N° 6. Phyllade. Ambondromani, près de Fiérénana (au Sud-Ouest d'Ambositra).

Cette phyllade est de couleur grisâtre, à grain très fin d'aspect satiné. Au microscope, elle est formée par une association absolument parallèle et régulière de toutes petites lamelles de *biotite* brune et de grains allongés de *quartz*. Dans cette masse on observe une quantité d'aiguilles terminées et relativement grosses de *tourmaline* brune polychroïque n_g = brun foncé, n_p = jaunâtre très pâle.

N° 4. Gneiss (micaschiste granulitique) Marorano.

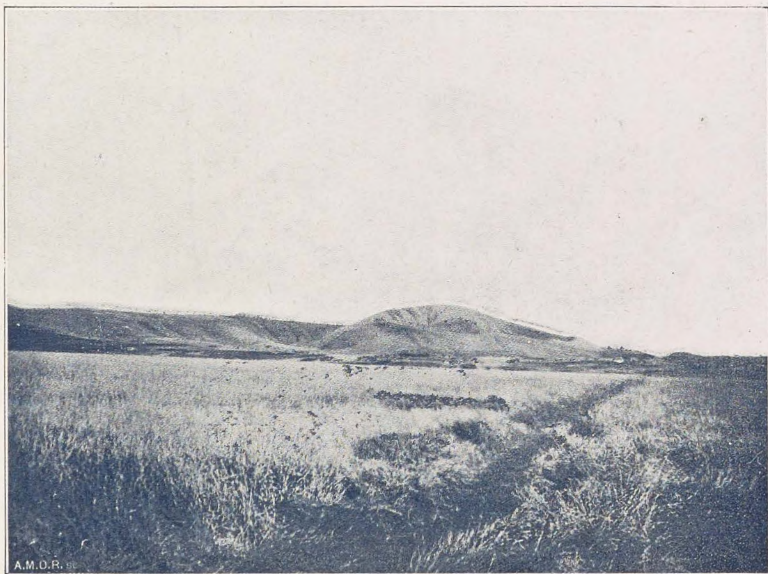
Cette roche gneissique est riche en éléments noirs; l'échantillon a été récolté au sommet de la montagne de Marorano, sur une grande dalle isolée qui affleure près d'un gisement de pegmatite.

Au microscope, elle renferme quelques petits grains de *zircon* généralement inclus dans l'élément noir, beaucoup d'*apatite*, du *sphène* abondant également en grains grisâtres libres parmi les autres éléments ou inclus dans les autres minéraux, de la *biotite* brune et de la *hornblende* verte. La *biotite*, en larges lamelles, est très polychroïque : n_g = brun verdâtre, n_p = jaunâtre pâle ; elle renferme des *zircons* auréolés. La *hornblende* est corrodée et criblée d'inclusions de *sphène*. Elle est négative avec 2V relativement petit. Sur (010) l'extinction de n_g se fait à 22°; la biréfringence n_g-n_p = 0,024, le polychroïsme n_g = vert d'herbe, n_m = vert, n_p = jaunâtre pâle.

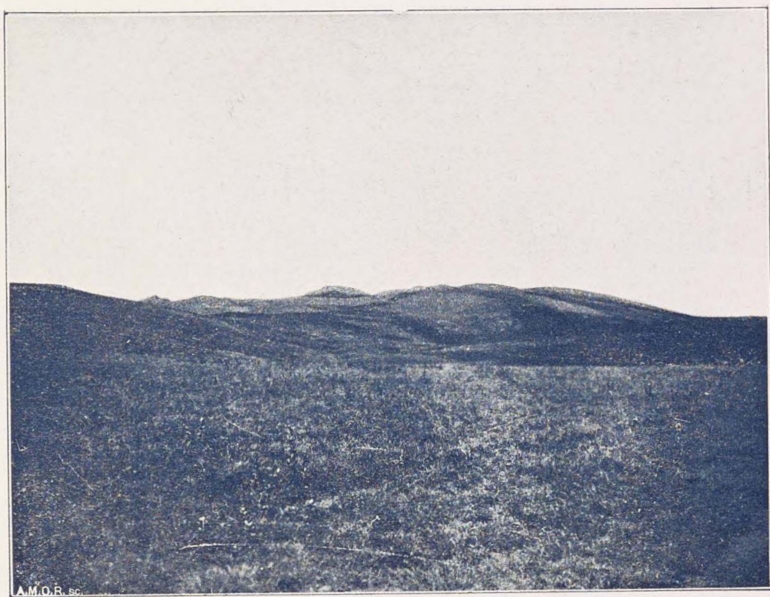
L'élément blanc est représenté par un feldspath du groupe de l'*orthose* qui, sur les sections peu biréfringentes perpendiculaires à n_g, s'éteint à + 6° du clivage p = (001), n_g paraissant être la bissectrice obtuse; par beaucoup de *microcline*, puis par du *quartz* abondant également. La structure est franchement gneissique.



Phot. n° 1. — Vue du cône basaltique de Vohitra et de la vallée de la Sahaomby, depuis Antsirabé. A gauche, au second plan, l'Itavo.



Phot. n° 2. — Vue du plateau d'Itavo et du cône volcanique de Tritriw.



Phot. nº 3. — Vue de la montagne de Tsaravovona, prise de l'Est.



Phot. nº 4. — Vue de la chaîne de Marossosona, depuis Tsaravovona.

CHAPITRE III

Description des gisements de pegmatites. Antsongombato et Tétésantsio.

§ 1. Géologie de la contrée entre Antsirabé et Antsongombato. — § 2. Détail de la géologie des environs d'Antsongombato. — § 3. Description des veines de pegmatite reconnues à Antsongombato. — § 4. Succession probable des filons de pegmatite à Antsongombato. — § 5. La région comprise entre Antsongombato et Tétésantsio. — § 6. Description des veines de pegmatite reconnues à Tétésantsio et considérations relatives à ce gisement.

§. 1. *Géologie de la contrée entre Antsirabé et Antsongombato.*

Pour nous rendre à ce gisement depuis Antsirabé, nous avons suivi le chemin que nous indiquerons ci-dessous et qui permet de se faire une idée exacte de la géologie de la région qui, vers l'Ouest, s'étend d'Antsirabé à Antsongombato.

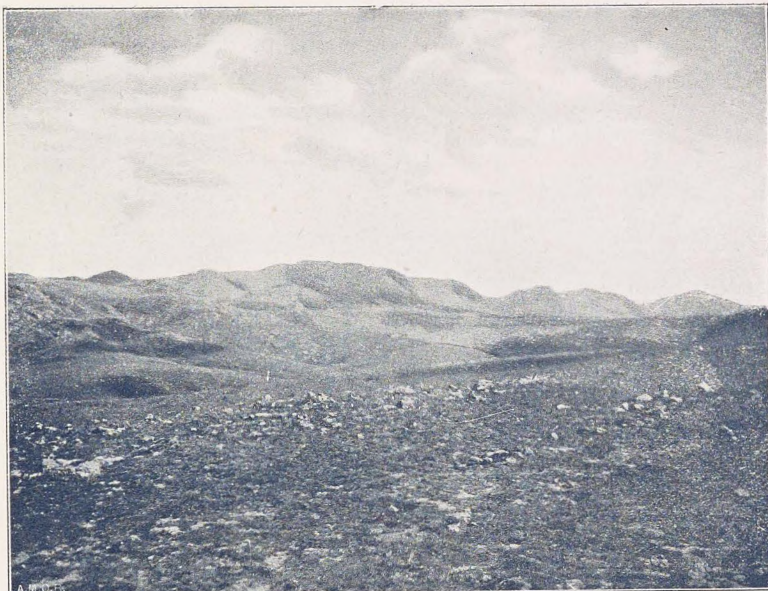
Depuis Antsirabé, on traverse d'abord la vallée de la Sahaomby en passant au Sud du cône basaltique de Vohitra, d'où descend une grosse coulée qui s'étale dans cette vallée (phot. n° 1). Chemin faisant, on croise à plusieurs reprises des affleurements de basalte. On traverse la rivière, puis on arrive au pied d'une côte que l'on gravit pour gagner le plateau qui supporte le cône basaltique démantelé d'Itavo. A mi-côte, au village de Vinaninony, on trouve des latérites violacées fortement ravinées, puis quelques rares affleurements de roches granitoïdes qui forment évidemment le soubassement de l'Itavo.

On passe ensuite au pied même de l'Itavo, près du village de ce nom, et marchant à l'Ouest, ou même légèrement au Sud-Ouest, on traverse un grand plateau couvert par les épanchements basaltiques du volcan. Ce plateau est faiblement ondulé et couvert d'herbe; un peu au Nord ou au Nord-Ouest se trouve une chaîne rocheuse terminée par le cône volcanique admirablement conservé de Tritriv (phot. n° 2). On traverse ensuite, par un col assez bas, une première ride appelée Tsaravovona (phot. n° 3); sur les pentes, on croise des débris de roches quartziteuses du type greisen et du type des quartzites micacées; on se trouve, à ce moment déjà, dans la première zone de quartzites.

Les couches, à Tsaravovona, sont dirigées Nord 15° Ouest et plongent de 40° au Sud-Ouest. De là, on descend dans une vallée limitée à l'Ouest par une nou-

velle chaîne appelée Marossosona (phot. n° 4) et occupée par un petit cours d'eau nommé Ambatoukitsikitsika. On traverse ensuite en col la montagne de Marossosona qui est également formée par des quartzites micacées en couches très redressées et l'on arrive dans une nouvelle vallée assez élevée, herbeuse, mais qui présente cependant quelques affleurements de quartzites; à l'Ouest de ce plateau se trouve une arête rocheuse assez haute (probablement plus de 1700 m.) appelée Namarinana (phot. n° 5), qu'on traverse également en col, marchant toujours dans la direction Ouest-Ouest-Sud. Sur la crête, ainsi que sur les flancs de cette montagne, on trouve de nombreux affleurements de quartzites en bancs plongeant Ouest ou presque verticaux. A l'Ouest de Namarinana et séparée d'elle par un haut plateau parsemé d'affleurements déchiquetés de quartzites (phot. n° 6), se trouve une nouvelle crête appelée Andranoukary, qui est formée par les mêmes roches. Sur le dit plateau, les couches de quartzites sont dirigées NNO-SSE et plongent toujours vers l'Ouest de 75-80°. Les quartzites sont friables, plus ou moins micacées, litées en bancs de 0 m. 10 à 0 m. 30 et criblées de filonnets parallèles ou croiseurs de greisen de puissance variable, qui renferment presque toujours de la tourmaline noire. Andranoukary est séparée d'une haute chaîne rocheuse, qui se trouve plus à l'Ouest, par une vallée profonde appelée Ambiloména, que l'on traverse également. Elle est creusée dans les quartzites micacées qui passent parfois aux micaschistes, et qui sont traversées par les mêmes greisens tourmalinifères. La chaîne s'appelle Ampanatovana (phot. n° 7), elle cote sans doute plus de 2000 mètres: elle est entièrement formée par les quartzites qui plongent d'abord à l'Ouest, sont ensuite très redressées et, près de la crête, plongent à l'Est, d'abord assez faiblement, puis plus brusquement. On descend ensuite sur le flanc occidental d'Ampanatovana par une série de crêtes déchiquetées de quartzites séparées par de petits vallons; les quartzites plongent de nouveau à l'Ouest. Cette région s'appelle Adalantéra. On arrive alors sur un large plateau herbeux légèrement valonné et formé encore par les quartzites riches en gros affleurements de quartz faisant pressentir des filons de pegmatite en profondeur. Ce plateau s'appelle Ampatsakana (phot. n° 8); il est limité à l'Ouest par une chaîne rocheuse déchiquetée, plus élevée encore que celle d'Ampanatovana, et qui s'appelle Ambatoménaloa. Elle est formée également par les quartzites en bancs presque verticaux ou plongeant légèrement à l'Ouest. Le plateau d'Ampatsakana est raviné par une rivière qui coule sur le flanc Est d'Ambatoménaloa, dans une vallée appelée Andranoménalétra.

On ne traverse pas la chaîne d'Ambatoménaloa en col, mais on en contourne l'extrémité septentrionale; elle s'abaisse en effet considérablement de ce côté et disparaît presque, comme telle, dans la topographie. C'est à la chaîne en question



Phot. nº 5. — Vue de la chaîne de Namarinana (flanc Est).



Phot. nº 6. — Vue de la crête d'Andranoukary (flanc oriental) et du plateau avec affleurements déchiquetés de quartzites.

que se termine la zone de quartzites de l'Est ; en effet, à l'Ouest de celle-ci on trouve une région valonnée, plus basse, qui forme, en somme, un plateau herbeux qu'on appelle Analalava, lequel est constitué par des cipolins. C'est dans cette zone que se trouvent les gisements d'Antsongombato. A l'Ouest de celle-ci s'élève une nouvelle chaîne de quartzites qui forme la montagne appelée Ampisana et constitue la bordure orientale de la seconde zone des quartzites. Le croquis suivant (fig. n° 3) qui n'a, vu le manque de carte, aucune prétention à l'exactitude

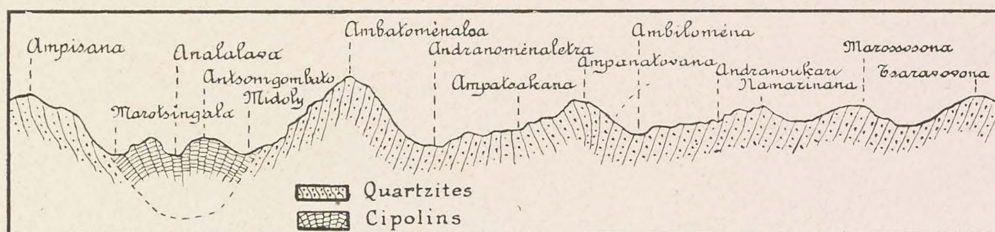


Fig. n° 3.

Profil Est-Ouest de la région comprise entre les chaînes de Tsaravovona et Ampisana.

topographique, donne la disposition géologique relevée en cours de route et la position du gisement dans les formations.

§ 2. *Détail de la géologie des environs d'Antsongombato.*

Cette région est donc formée, comme nous l'avons montré, d'une bande de cipolins encaissée entre deux barres de quartzites qui forment les chaînes d'Ambatoménaloa à l'Est et d'Ampisana à l'Ouest. Les cipolins se trouvent dans une zone relativement déprimée, qui constitue le plateau herbeux appelé Analalava. Un ravin très encaissé, nommé Marotsingala (phot. n°s 9 et 10), et occupé par un cours d'eau qui coule au Nord-Ouest, sépare les cipolins d'Analalava des quartzites d'Ampisana; une vallée, celle de Midoly, dans laquelle coule un cours d'eau dans la direction du Sud, les sépare également des quartzites de la chaîne d'Ambatoménaloa (phot. n° 11 et 12). Le plateau d'Analalava est lui-même profondément raviné par un cours d'eau qui porte le même nom et qui coule en moyenne du Sud-Est au Nord-Ouest, puis à l'Ouest, et qui se réunit ensuite à celui de Marotsingala : ce cours d'eau divise la zone des cipolins en deux parties de largeur inégale, celle de l'Ouest est de beaucoup la plus étroite. Sur sa rive droite, et à quelques mètres en amont de sa jonction avec la Marotsingala, l'Analalava reçoit un petit affluent encaissé dans un ravin profond ; c'est sur la rive gauche de ce ravin et tout près de l'endroit où il rejoint l'Analalava que se trouvent les quelques huttes qui forment le village d'Antsongombato (phot. n° 13).

Les cipolins affleurent en de nombreux points sur le plateau d'Analalava, leurs bancs bien lités dessinent de longues traînées à la surface du sol, ils sont jalonnés par une espèce d'aloes calcicole qui se cantonne le long des affleurements de calcaire (phot. n° 14). La direction des couches est en moyenne Nord 30° Ouest, quant au plongement, sur la partie occidentale et centrale de la zone, il est nettement Est de 50°-60°, puis en allant vers l'Est, les couches se redressent, deviennent verticales, puis plongent vers l'Ouest. Comme les quartzites d'Ambatoménaloa plongent également à l'Ouest, tandis que celles d'Ampisana plongent à l'Est, il faut en conclure que les cipolins sont nettement supérieurs aux quartzites et que la bande d'Antsongombato est manifestement synclinale. La composition de cette bande est d'ailleurs variable, vers l'Est les cipolins sont blancs, friables, saccharoïdes à grain souvent grossier; ils sont vraisemblablement dolomitiques et c'est ce facies qui constitue la plus grande partie de la zone. Vers l'Ouest, notamment sur la rive gauche de l'Analalava, ils deviennent plus schisteux, plus durs, se chargent de silicates, font difficilement effervescence aux acides, et prennent une couleur verte.

C'est dans les cipolins verts et par conséquent sur la bordure occidentale de la zone synclinale, que se trouvent les filons de pegmatite (exploités par M. Girod) fournissant cette superbe rubellite sang de pigeon qui n'a encore été rencontrée que là. Les filons sont injectés entre les couches de ces cipolins, ils affleurent à flanc de coteau sur la rive gauche de l'Analalava où ils sont exploités, puis nonobstant la direction des couches qu'ils suivent toujours, ils passent sur la rive droite tout près de la jonction de l'Analalava avec le ravin d'Antsongombato et se retrouvent sur les deux rives de ce ravin. Il y a certainement à Antsongombato plusieurs filons parallèles qui se poursuivent sur une certaine distance, ce que nous établirons après avoir fait l'examen détaillé des différents fronts de taille. Le croquis ci-dessous (fig. n° 4) rend compte de la disposition géologique indiquée.

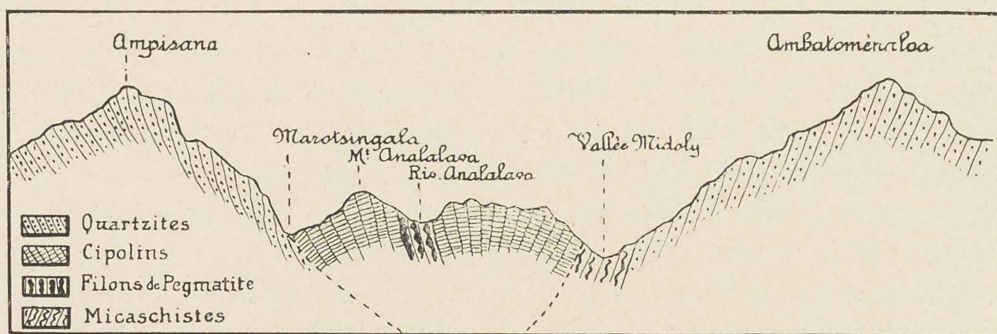
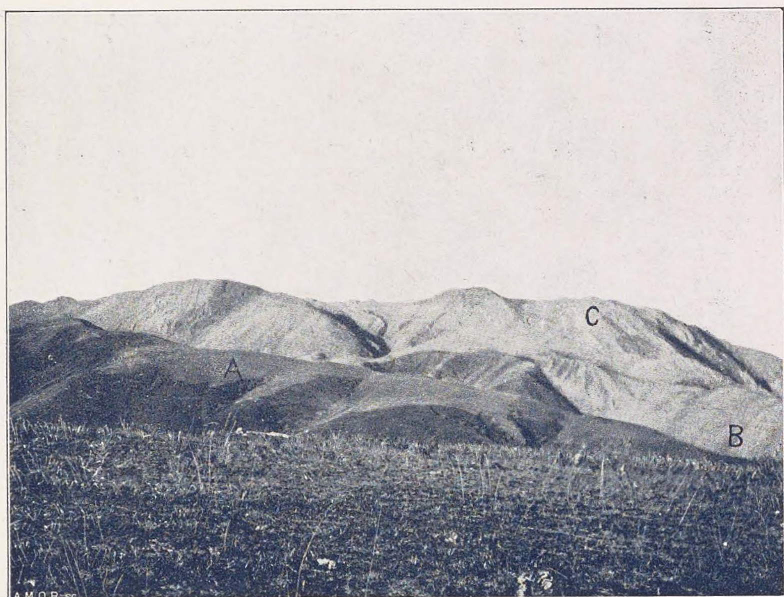


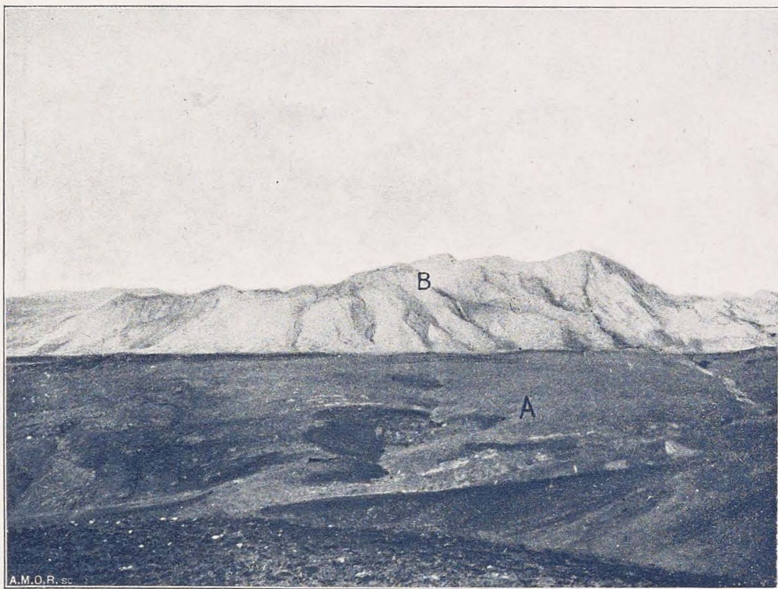
Fig. n° 4.
Profil du synclinal de cipolins de l'Analalava.



Phot. nº 9. — Vue du plateau d'Analalava A, de la chaîne d'Ampisana C
et du ravin de Marotsingala B.



Phot. nº 10. — Vue du ravin de Marotsingala A et de la chaîne d'Ampisana B.



Phot. nº 11. — Plateau d'Analalava A. Chaîne d'Ambatoménaloa B. (flanc Ouest).
Entre A et B, vallée de Midoly.



Phot. nº 12. — Même vue que le nº 11 ; de plus, naissance du ravin d'Analalava, au milieu du plateau.

§ 3. *Description des veines de pegmatite reconnues à Antsongombato.*

La pegmatite affleure directement en quelques points sur le plateau d'Analalava et sur les flancs des ravins mentionnés; de plus les filons ont été attaqués en plusieurs endroits par des travaux rudimentaires à ciel ouvert qui les ont dégagés sur une certaine étendue. Le nombre total des attaques faites à Antsongombato s'élève à treize; elles sont en majorité échelonnées à différentes hauteurs sur les pentes et se trouvent en partie sur la rive gauche et sur la rive droite du torrent d'Analalava ainsi que sur les deux rives du torrent d'Antsongombato. Nous examinerons sommairement les caractères des filons mis à nu par ces différents travaux dont la fig. n° 5 donne la position respective.



Fig. n° 5.
Carte des filons et affleurements d'Antsongombato.

Tranchée N° 9. — Elle se trouve à quelques pas du village, sur la rive gauche du torrent d'Antsongombato. C'est un simple grattage ayant mis au jour un double filon de pegmatite. La veine supérieure présente au toit de la latérite, elle mesure 1 m. 60 de puissance, et se trouve séparée du filon inférieur épais de 0 m. 90 par un banc de cipolin de 0 m. 60. Ces deux filons appartiennent sans doute à une seule et même veine (fig. n° 6).

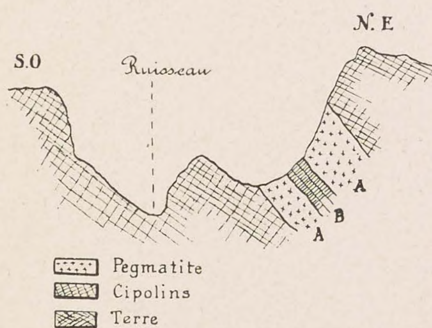


Fig. n° 6.
Profil de la tranchée n° 9.

Le mur n'est pas visible, quant au plongement il est de 40° au Nord-Est.

La pegmatite est formée de quartz, de feldspath et de *lépidolite* violacée; son grain qui est moyen s'exagère localement; elle renferme de la tourmaline noire en petite quantité et passablement de rubellite en cristaux homogènes ou zonés.

Attaque N° 10. — Elle est située sur la rive droite du torrent d'Antsongombato à quelques mètres de la précédente (35 environ) et au-dessus; elle a sans doute rencontré le même filon ou un filon parallèle très proche. L'attaque mesure une quinzaine de mètres en direction, le front de taille est à flanc de coteau et à 10 mètres environ au-dessus du ruisseau, mais le fossé creusé à 8 mètres en avant de l'attaque, arrive presque au niveau de celui-ci. Le front de taille est superbe et démonstratif (fig. n° 7). Il montre la présence d'un gros filon-couche de pegmatite dure, qui est disposé en bancs lités par un clivage secondaire (phot. n° 15). Au mur on voit un cipolin schisteux verdâtre et décomposé, au toit on ne distingue que de l'argile et du terrain superficiel. A l'intérieur du filon on remarque quelques blocs de cipolin empâtés dans la pegmatite. La veine se continue certainement assez loin, comme on peut le constater par des affleurements à flanc de coteau.

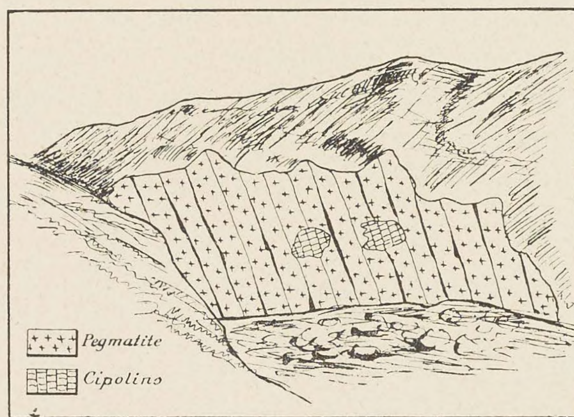


Fig. n° 7.
Vue du front de taille de l'attaque n° 10.

La pegmatite est très fraîche, blanche, à grain moyen, presque graphique en certains endroits; elle est tachetée de tourmaline noire en prismes de quelques centimètres. Ça et là on distingue de grosses lamelles de mica violacé. Sur le front de taille même, nous n'avons vu aucun cristal de rubellite mais seulement de la tourmaline noire; par contre, nous avons observé la présence de quelques jolis et petits cristaux de spessartine. La tourmaline se rencontre dans les régions où subitement le grain de la pegmatite s'exagère, elle se présente souvent en cristaux zonés.

Attaque N° 11. — Elle paraît s'aligner parallèlement aux deux précédentes et a simplement suivi sur une certaine étendue l'affleurement d'un filon à flanc de coteau. Ce n'est pas même une attaque au sens du mot, c'est un simple grattage fait dans le but de dégager le filon (phot. n° 16).

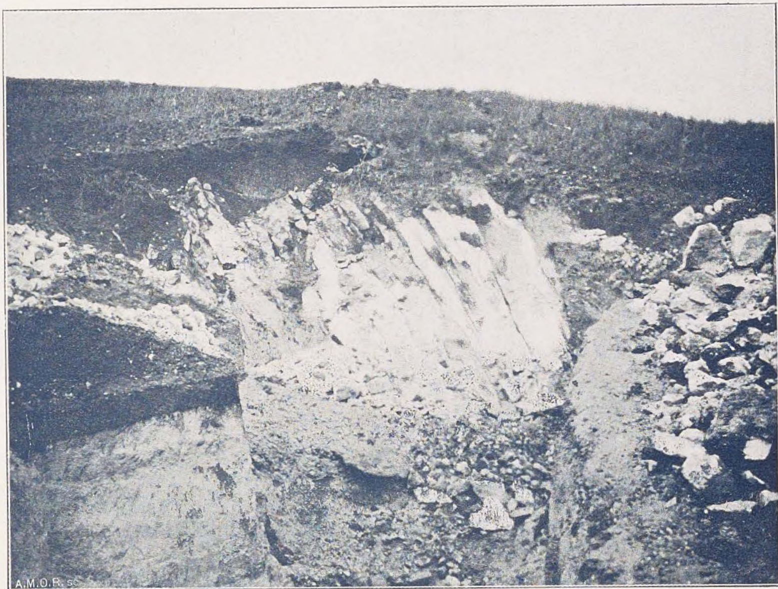
Celui-ci suit la direction générale des couches; à l'affleurement on trouve une série de gros blocs de pegmatite dure et compacte qui renferment de volumineuses



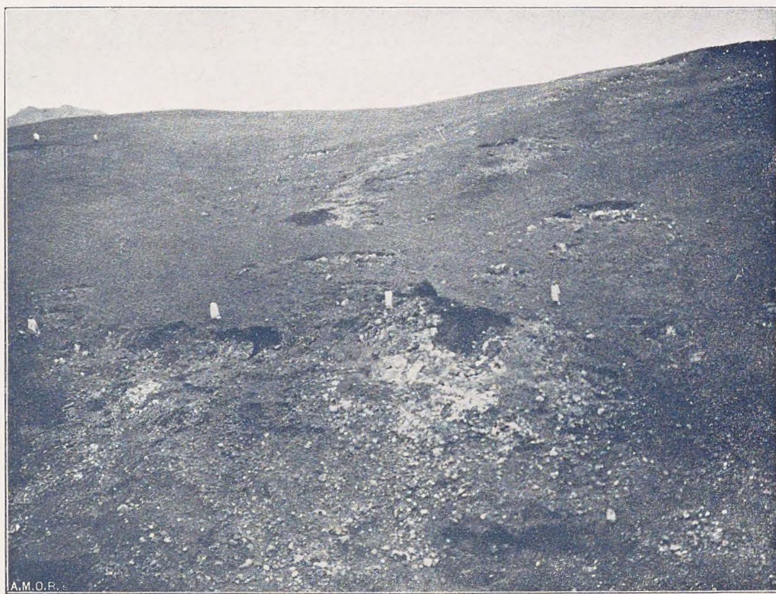
Phot. nº 13. — Vue du village d'Antsongombato et de la chaîne d'Ampisana.



Phot. nº 14. — Aloès jalonnant la direction des couches de cipolin sur le plateau d'Analalava.



Phot. nº 15. — Vue du front de taille de l'attaque nº 10 montrant la disposition litée de la pegmatite.



Phot. nº 16. — Vue de l'attaque du filon nº 11. Les hommes visibles sur la photographie jalonnent les affleurements.

tourmalines noires et des rubellites de teinte rose, qui sont opaques. Au toit du filon qui plonge au Nord-Est, on trouve une fine croûte de cipolin, le mur n'est pas visible, mais à en juger par la distance sur laquelle on trouve des blocs de pegmatite à la surface du sol, ce filon doit certainement mesurer 6 à 7 mètres (fig. n° 8).

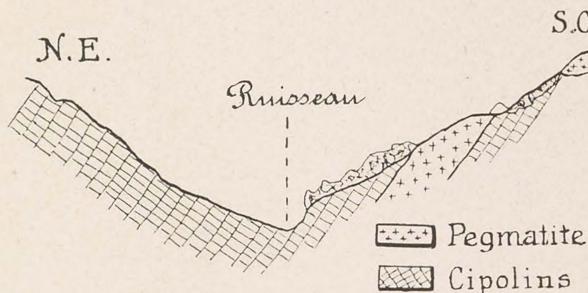


Fig. n° 8.
Profil de filon de l'attaque n° 11.

On n'a pas exploité la pegmatite en place; par contre, on a lavé et on lavait pendant notre séjour la terre et les éboulis qui se trouvent au bas de la pente, près du ruisseau, et dont le matériel constitutif provient évidemment de la pegmatite, on y a trouvé des tourmalines rubellites d'un rouge foncé de fort belle teinte, en cristaux mesurant quelques centimètres et généralement brisés. Dans le filon même, la pegmatite est surchargée de grosses tourmalines noires, puis plus rarement de rubellite opaque d'un joli rose; on y voit également des cristaux rares et petits de spessartine jaune. Ce filon est certainement très continu, car nous avons retrouvé des affleurements sur plus de 100 mètres.

Attaque N° 12. — Elle se trouve à 40 mètres environ plus haut, toujours sur la rive gauche du ravin et se compose d'une toute petite tranchée ayant suivi en direction une mince veine de pegmatite alignée parallèlement aux couches, qui mesure de 8 à 20 centimètres seulement. Le mur, ainsi que le toit, sont formés par des cipolins terreux et schisteux, originellement verdâtres, mais très décomposés. La veine est beaucoup plus minéralisée que les gros filons, elle est formée par une pegmatite compacte et blanche à gros éléments, qui est dépourvue de mica, renferme de la tourmaline noire, beaucoup de rubellite rose opaque, puis sans doute des variétés rouges dont on trouve des indications. La veine plonge comme les couches au Nord-Est de 48°.

Attaque N° 8. — Elle est située sur la rive gauche du ravin d'Antsongombato, à 15 mètres environ au-dessus du ruisseau et à l'Est de la tranchée n° 10. Elle consiste en une petite tranchée ayant mis au jour un filon de pegmatite de 0 m. 80 d'épaisseur. Au toit et au mur la pegmatite entre en contact avec des cipolins complètement décomposés en une terre jaunâtre. La pegmatite est fraîche, à grain moyen et ne renferme pas de mica blanc mais un peu de tourmaline noire et quelques indices de rubellite. Le filon paraît supérieur à celui attaqué au n° 9.

Tranchée N° 7. — Elle se trouve sur la rive droite de l'Analalava et à 20 mè-

tres environ au-dessus de la rivière. C'est également un simple grattage en entrée sur un gros filon de pegmatite. La largeur découverte est de 10 mètres environ, au toit et au mur on trouve la terre végétale, mais un peu plus loin affleurent les cipolins. La pegmatite est litée en bancs parallèles, le plongement de ceux-ci est de 45° au Nord-Est. Le grain de la roche est plutôt fin, mais s'exagère localement et par place devient gigantesque, il se développe en ces endroits d'abondantes et larges lamelles de mica violacé. Dans la pegmatite on trouve très peu de tourmaline noire, par contre une multitude de petites aiguilles et cristaux translucides de tourmaline verte.

Tranchée N° 6. — Cette tranchée qui mesure 45 mètres de longueur, est située toujours sur la rive droite de l'Analalava, à douze mètres environ au-dessus de la rivière; elle a suivi en direction un filon-couche généralement assez mince que l'on voit encore encaissé dans le cipolin au front de taille de la partie inférieure de la tranchée (fig. n° 9). La veine mesure en cet endroit 0 m. 40 d'épaisseur, elle plonge en concordance avec les cipolins de 48° vers le Nord-Est. Ces derniers sont verdâtres, schisteux, très riches en silicates; ils sont très frais au mur, décomposés en argiles rougeâtres ou verdâtres au toit. A un mètre au-dessus de la veine, on voit dans ce toit une seconde et très mince veinule de pegmatite, puis tout près du front de taille de l'extrémité inférieure de la tranchée un filon croiseur vient recouper la veine principale (phot. n° 17). Ce croiseur est orienté Nord 20° Est et mesure 0 m. 60 à 0 m. 70 d'épaisseur. La pegmatite est très feldspathique, fraîche et dure, elle renferme de la tourmaline noire, beaucoup de rubellite opaque qui forme souvent zone autour des cristaux noirs, de l'indicolithe, un peu de tourmaline verte et sans doute un peu de triphane. La belle rubellite rouge sang ou rose foncé paraît être assez abondante dans cette veine qui a été passablement travaillée et qu'on exploite à ciel ouvert. Sur cette tranchée on peut aisément constater l'allure irrégulière des filons-couches de pegmatite; ainsi sur une attaque qui se trouve un peu au Sud de l'extrémité inférieure de la tranchée, la veine se rétrécit considérablement, mais à 2 m. 50 au-dessus on voit apparaître une seconde veinule de 0 m. 10 d'épaisseur.

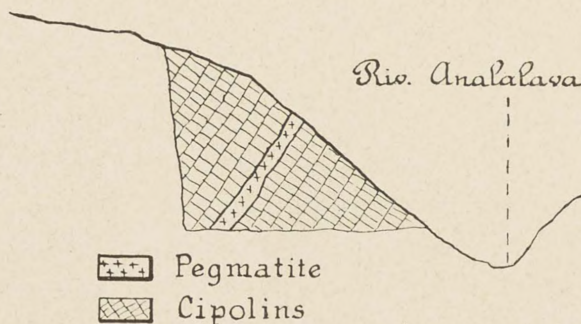
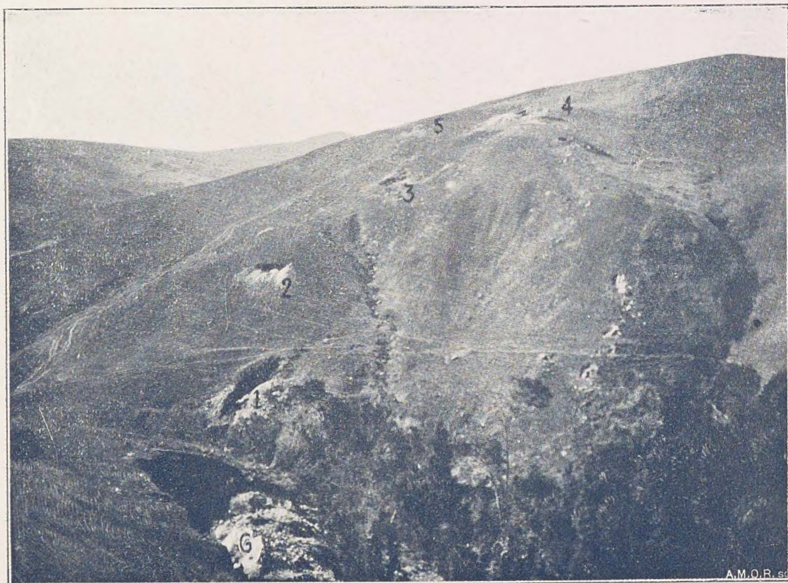


Fig. n° 9.
Profil de la veine à la tranchée n° 6.

A en juger par les nombreux débris de jolies tourmalines transparentes et de belle teinte que l'on voit dans les déblais, ce filon a dû contenir passablement de rubellite.



Phot. nº 17. — Vue de la mince veine de pegmatite à la tranchée nº 6; à gauche, le croiseur.



Phot. nº 18. — Vue des différentes attaques faites sur la rive gauche de l'Analalava.

Attaque N° 1. — Elle se trouve à quelques mètres au-dessus de la rive gauche de l'Analalava et certainement sur le prolongement de la veine qui passe à la tranchée N° 6 et qui traverse la rivière (phot. n° 18). Cette veine affleurait à flanc de coteau sur une pente assez abrupte. L'attaque se trouve à 10 mètres environ au-dessus du niveau de la rivière et à 30 mètres de distance comptés selon la pente, la courte tranchée exécutée est en entrée sur le filon. Comme elle a suivi la pente du terrain elle a découvert le filon sur une certaine hauteur, ce qui permet de se rendre compte de son allure en profondeur. Au front de taille même, il mesure près de son affleurement 0 m. 20 au plus, puis il se renfle et s'élargit rapidement, plus bas sa largeur est alors de 0 m. 80. Ce filon présente donc nettement une disposition lenticulaire (fig. n° 10); en même temps on peut voir qu'il empâte les fragments de cipolin qu'il injecte par de fines apophyses. Il est intercalé dans les calcaires métamorphiques qui plongent de même que la veine de 40° au Nord-Est. La pegmatite est absolument identique à celle de l'attaque N° 6, elle est riche en rubellite rose et en indicolite.

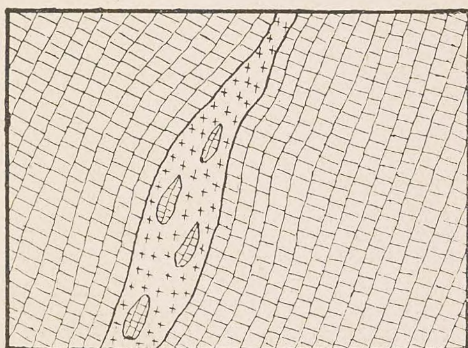


Fig. n° 10.
Disposition lenticulaire de la veine à l'attaque n° 1.

Attaque N° 2. — Elle se trouve à 15 mètres environ au-dessus du N° 1 et consiste en un simple grattage du sol qui a mis à nu une pegmatite assez grossière sans mica, avec tourmaline noire et traces de tourmaline rouge.

Attaque N° 3. — Elle est placée à une vingtaine de mètres au-dessus de l'attaque N° 2 et se borne à une simple découverte du filon. Sur le petit front de taille de celle-ci, on observe trois veines lenticulaires parallèles de pegmatite (fig. 11) qui mesurent respectivement 0 m. 25, 0 m. 10 et 0 m. 30 d'épaisseur. La pegmatite dure est à grain moyen, sans mica; elle paraît être très riche en rubellite foncée dont on peut voir de nombreux éclats et d'assez jolis cristaux engagés dans la gangue.

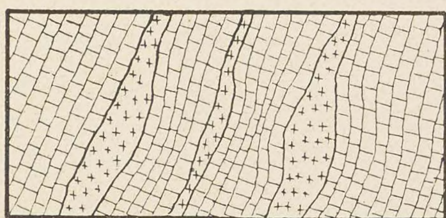


Fig. n° 11.
Veines de pegmatite à l'attaque n° 3.

Attaque N° 4. — Celle-ci est beaucoup plus importante, et se trouve à une quinzaine de mètres au-dessus du N° 3. La tranchée qui suit le filon, mesure

21 mètres de longueur; celui-ci y a été enlevé sur une hauteur de 5 mètres. La veine intercalée dans les cipolins est dirigée comme eux Nord 20° Ouest et plonge en moyenne de 40° au Nord-Est; elle présente des caractères assez différents le long de la tranchée. Au front de taille de l'extrémité Sud-Est (phot. nº 19), son épaisseur est de 0 m. 30 à l'affleurement, de 0 m. 45 au milieu, et de 0 m. 60 au seuil; dans la partie moyenne de la tranchée et près du seuil, elle est de 1 mètre, au front de taille de la partie Nord-Ouest (phot. nº 20) la disposition change totalement et la veine unique se ramifie en trois veines lenticulaires parallèles qui mesurent respectivement 0 m. 60, 0 m. 20 et 0 m. 60 dans leur partie la plus épaisse. Les cipolins du toit et du mur sont verts, schisteux et très chargés de silicates; ils sont en partie décomposés. La pegmatite dure et blanche est d'un grain plutôt moyen; ce grain s'exagère par places et les individus constitutifs peuvent alors devenir gigantesques. Elle renferme de la tourmaline noire, beaucoup de rubellite opaque rouge ou rose et de l'indicolite; c'est la rubellite qui domine parmi les éléments accessoires; on y rencontre aussi un peu de grenat, mais pas de lépidolite. Les belles tourmalines rouge sang de couleur plutôt foncée et transparentes, paraissent assez abondantes dans les cryptes de ce filon.

A quinze mètres plus au Nord, on a fait une petite fouille pour retrouver la veine; dans le fond du puits carré profond de deux mètres à peine qu'on a creusé, on voit deux filonnets lenticulaires de pegmatite dure qui mesurent respectivement 0 m. 20 et 0 m. 40 d'épaisseur et se réunissent en une seule veine au bord Nord-Ouest de la fosse (fig. nº 12).

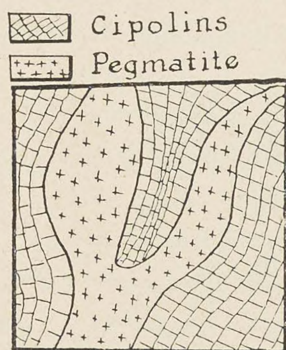
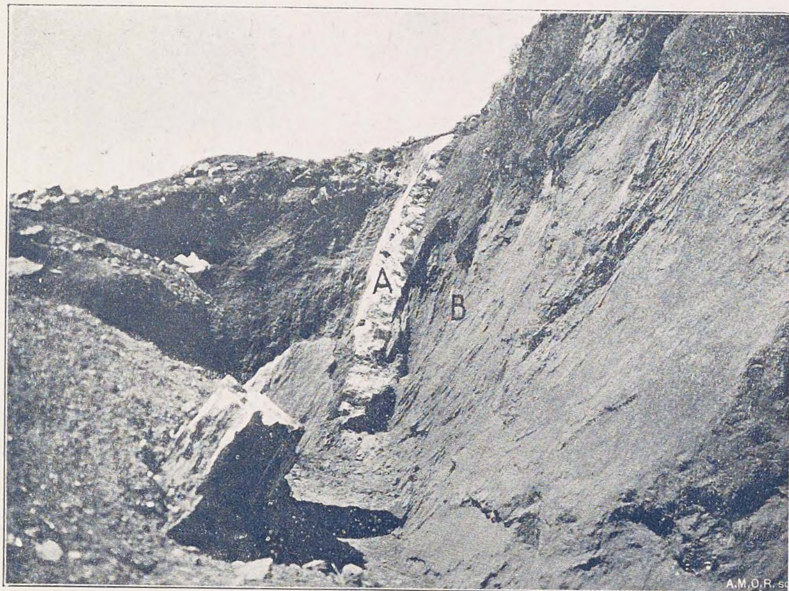


Fig. nº 12.
Disposition de la veine au Nord de l'attaque nº 4.

A dix mètres plus au Nord, il existe une deuxième fouille qui montre la même veine affleurant avec plus de 5 mètres d'épaisseur, mais elle semble brusquement interrompue par un rejet, et la pegmatite bute contre les cipolins.

Attaque Nº 5. — Elle se trouve à une cinquantaine de mètres de la précédente, mais atteint un filon situé plus au Sud-Est. La tranchée a suivi celui-ci sur 7 ou 8 m. et en a décapé seulement le toit sur lequel on peut relever un plongement de 45° au Nord-Est. Le filon est intercalé comme toujours dans les cipolins et parallèlement aux couches; ne voyant pas le mur, on ne peut évaluer l'épaisseur; mais comme on a détaché des blocs parallélipipédiques qui mesurent 0 m. 45 de côté, cette épaisseur est certainement supérieure à ce chiffre. La pegmatite est blanche, dure également et sans mica; elle renferme de la tourmaline noire et de la rubellite, plusieurs spécimens de ce minéral sont même assez jolis.



Phot. nº 19. — Vue du front de taille de la partie S.-E. de la tranchée nº 4, montrant la veine de pegmatite A dans le cipolin B.



Phot. nº 20. — Vue du front de taille de la partie N.-O. de la tranchée nº 4. A^1, A^2, A^3 sont les veines lenticulaires de pegmatite ; B est le cipolin.

Attaque N° 13. — Celle-ci se trouve sur la rive droite de l'Analalava, mais sensiblement en amont des attaques précédemment examinées. Elle a mis à nu un gros filon qui, par sa position, vient certainement à l'Est des précédents, et qui est le dernier de la série de ce côté. Il est intercalé en effet dans les cipolins blancs et saccharoïdes, qui font suite aux cipolins verts; plus à l'Est, nous n'avons jamais rencontré de filons de pegmatite dans les mêmes formations. Le filon en question a été simplement écrété, il affleure à flanc de coteau à 10 mètres au-dessus de la rivière et parallèlement à celle-ci, il a été découvert sur une vingtaine de mètres environ. Au toit du filon on aperçoit la terre végétale, mais à quelques centimètres déjà apparaissent les cipolins qui plongent comme le filon de 40° au Nord-Est; au mur, on trouve les cipolins compacts et grenus de couleur blanche; le filon lui-même mesure plus de 8 mètres d'épaisseur (fig. n° 13). La pegmatite qui est dure et fraîche également, est d'un grain moyen, avec des régions où ce grain s'exagère sans toutefois devenir excessif. Elle est très feldspathique et le quartz paraît comme isolé et enclavé dans le feldspath. Le filon semble lité en bancs de 0 m. 25 à 0 m. 30 d'épaisseur. Le contact avec le mur est toujours franc, mais on observe quelques petits blocs de cipolin enclavés dans la pegmatite près de ce contact. Celle-ci renferme passablement de tourmaline noire en prismes parfois assez gros, puis de la rubellite moins abondante opaque et de belle couleur, de l'indicolite et un peu de grenat jaune. Nous avons vu dans les déblais quelques menus débris de belle tourmaline rouge transparente, et on a extrait de ce filon quelques jolies pierres de teinte foncée.

Dans la partie Sud-Est du plateau d'Analalava, qui se trouve sur la rive gauche de la rivière, nous avons encore constaté la présence d'assez gros affleurements d'une pegmatite dure qui est criblée de volumineuses tourmalines noires; ces filons n'ont pas été découverts ni examinés de plus près.

§ 4. *Succession probable des filons de pegmatite à Antsongombato.*

En suivant attentivement la description des différentes attaques, on pourra se convaincre qu'il existe certainement à Antsongombato plusieurs filons-couches parallèles intercalés dans les cipolins, qui se succèdent régulièrement de l'Ouest vers l'Est. Le filon le plus occidental est celui qui est attaqué par la tranchée N° 4, il se continue sur une assez grande étendue, car c'est certainement lui qui a été recoupé par les deux fouilles secondaires dont il a été question. On le voit d'ailleurs dessiner un épaulement à flanc de coteau sur le versant Nord de la colline d'Analalava où il est jalonné par une série continue de petits affleurements blancs (phot. n° 18). Il traverse ensuite la rivière, passe obliquement au flanc Sud de la mon-

tagne d'Antsongombato, traverse le ravin de ce nom et affleure probablement sur sa rive droite ; il est possible, en effet, que ce soit le prolongement de ce filon qui a été rencontré par l'attaque N° 12. Le second filon qui est situé à l'Est du premier, est celui rencontré par la tranchée N° 5 ; nous ne savons rien de son étendue ni de sa continuité ; il est possible que l'attaque N° 3 ait rencontré le même filon ou un filon voisin parallèle et un peu plus à l'Est, mais il n'existe pas d'affleurements indicateurs pour renseigner à cet égard. Le troisième filon est celui qui a été découvert par les tranchées N°s 1, 6 et 7 ; il traverse la rivière et passe sur la rive droite de l'Analalava ; il a été reconnu partiellement sur une centaine de mètres environ ; c'est celui qui a donné lieu aux travaux d'exploitation les plus considérables. Peut-être est-ce lui qui réapparaît à la taille N° 10, sur la rive droite du ravin d'Antsongombato, mais on ne peut également pas l'affirmer. Le quatrième filon, qui est très voisin du précédent, est celui rencontré par les fouilles N°s 8 et 9 ; il est probable que c'est ce filon qui passe sur la rive droite du ravin d'Antsongombato et se retrouve à la tranchée N° 11 ; c'est peut-être aussi simplement le prolongement du N° 3 qui serait alors légèrement rejeté vers l'Est. Quant au dernier filon rencontré en allant vers cette direction, c'est celui qui affleure à la tranchée N° 13 et qui, s'il se prolonge, devrait passer sensiblement à l'Est du village d'Antsongombato où sa présence n'a jusqu'ici pas encore été constatée (fig. n° 13). Nous n'avons jamais croisé d'autres filons de pegmatite dans la bande de cipolins blancs qui se trouve à l'Est de ce dernier filon ; par contre, il est plus que vraisemblable qu'on en trouvera de nouveaux entre ceux qui sont actuellement reconnus ou plus à l'Ouest et au Sud-Ouest.

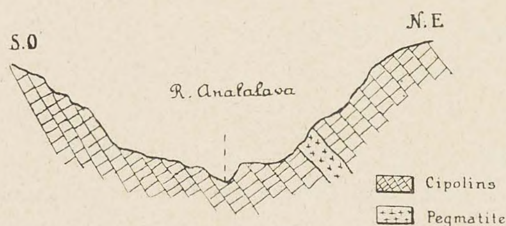
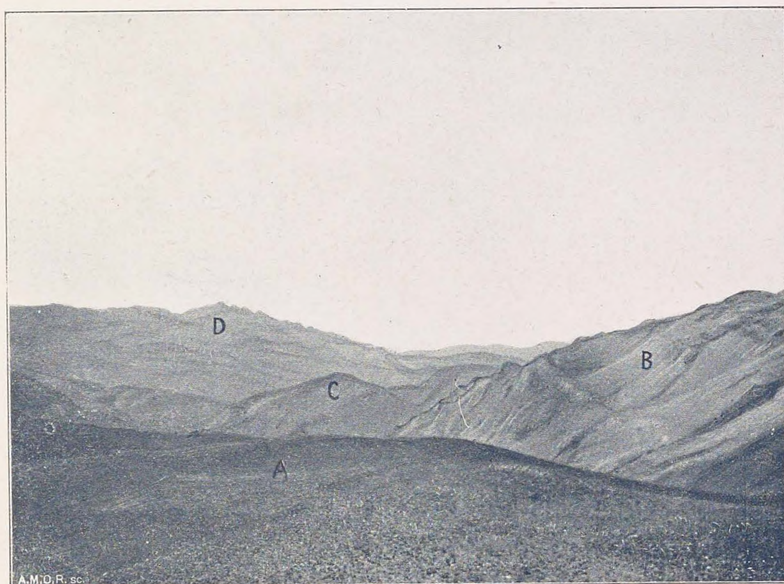


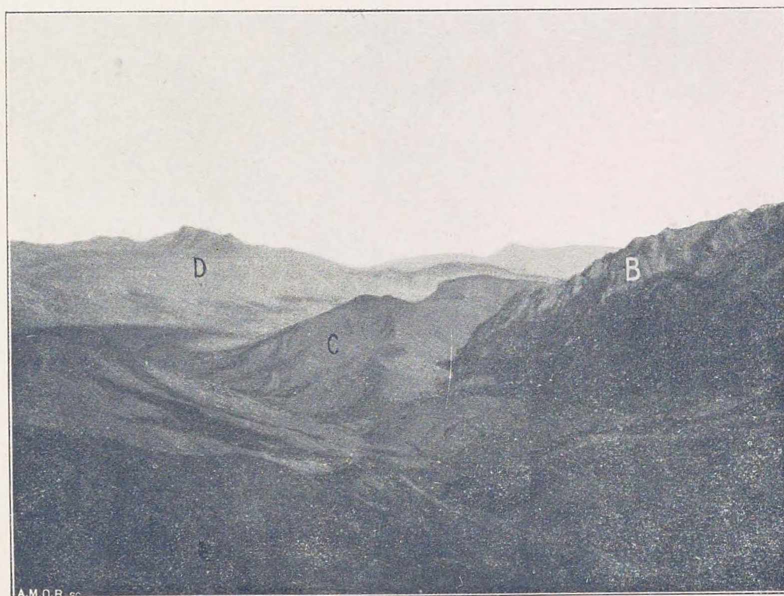
Fig. n° 13.
Profil du filon de la taille n° 13.

§ 5. *La région comprise entre Antsongombato et Tétésantsio.*

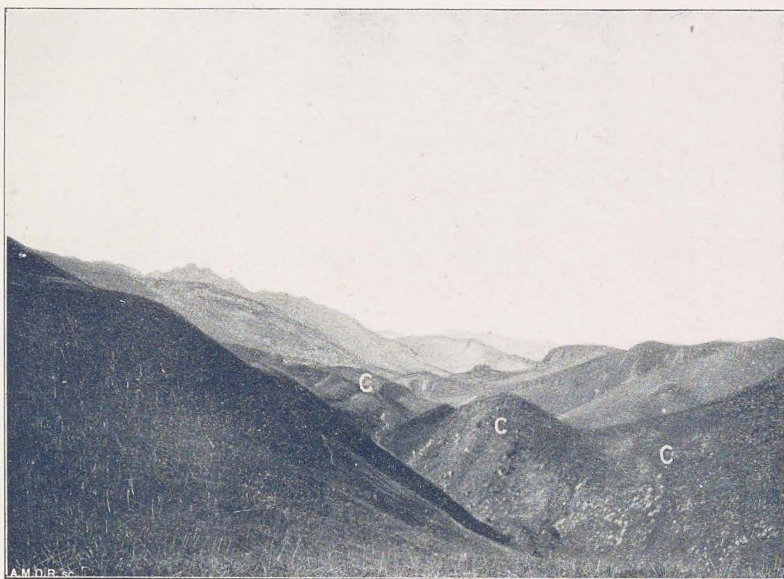
Pour se rendre à Tétésantsio depuis Antsongombato, on marche à l'Est, ou mieux légèrement au Sud-Est et on traverse obliquement le plateau herbeux d'Analalava, sur lequel on voit de superbes affleurements de calcaires blancs cristallins dirigés Nord-Nord-Ouest et jalonnés par des aloès calcicoles, puis on descend dans la vallée de Midoly. Depuis le plateau, on a une vue étendue sur la bande des cipolins, qui, du côté du Sud, se continue à perte de vue, encaissée entre la chaîne d'Ambatomenaloa et celle d'Ampisana (phot. n°s 21, 22 et 23). On suit alors la vallée de



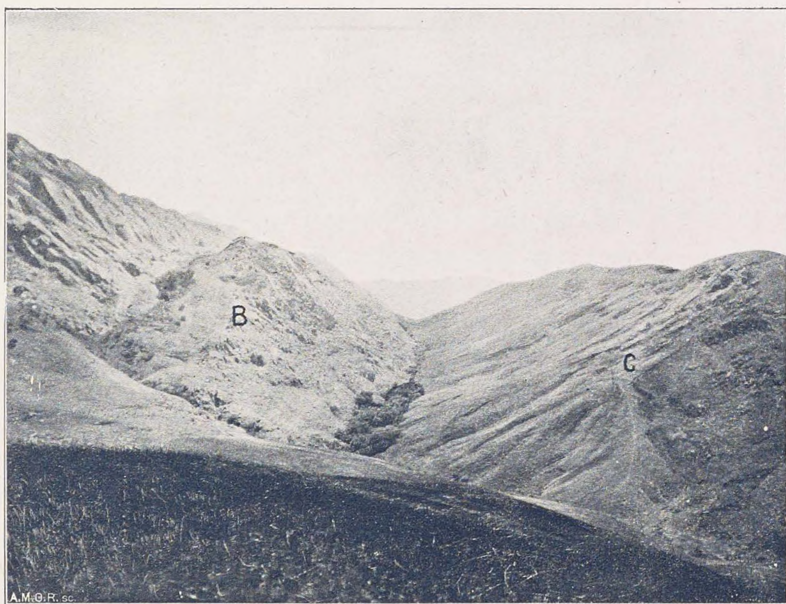
Phot. n° 21. — Vue de la continuation des cipolins d'Analalava vers le Sud, prise depuis le plateau.
A, plateau d'Analalava; B, montagne d'Ampisana; C, collines formées par les cipolins; D, chaîne d'Ambatoménaloa.



Phot. n° 22. — Même vue, prise plus au Sud.



Phot. nº 23. — Vue de la zone des cipolins depuis la vallée de Midoly.
C sont les collines formées par ces cipolins du côté du Sud.



Phot. nº 24. — Vue du contact des quartzites et des cipolins au flanc oriental d'Ampisana. — B, quartzites; C, cipolins.

Midoly, où l'on voit que les cipolins blancs entrent en contact immédiat, non pas avec les quartzites de la chaîne d'Ambatomenaloa, mais avec une mince bande de micaschiste qui se trouvent sur ces quartzites. Le plongement de ces différentes roches se fait ici vers l'Ouest, mais il est très rapide. Chemin faisant on croise une fouille qui est un simple puits fait sur un filon de pegmatite encaissé dans les micaschistes. Au Sud de cette fouille, la bande de cipolins se rétrécit, et, dans la vallée même, on croise, sur la rive gauche de la rivière, un gros filon de pegmatite blanche qui a été gratté à la surface. Cette pegmatite renferme quelques gros cristaux de mica noir et quelques indices de jolie rubellite. Le filon est très certainement épais, à en juger par l'allure des affleurements, ceux-ci se continuent sur plus de 40 mètres. En cet endroit, la bande de cipolins est très resserrée entre les deux barres de quartzites et mesure un kilomètre de largeur à peine; la rivière qui occupe la vallée passe au milieu de cette bande, qui forme, de part et d'autre, des collines assez abruptes. Les fig. n° 14 et n° 15 montrent l'allure de la bande synclinale des cipolins du Nord vers le Sud. Tétésantsio se trouve sur celle développée sur la rive droite et près de la crête, à une faible distance du contact des cipolins avec les quartzites du flanc Est de la chaîne d'Ampisana, qui forment de grandes dalles plongeant à l'Est (phot. n° 24).

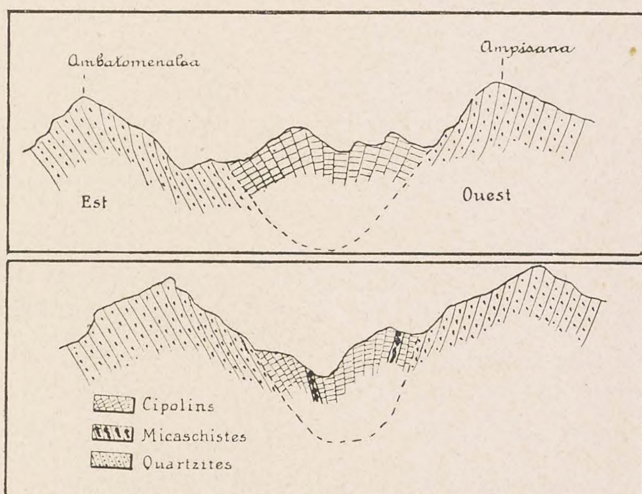


Fig. n° 14.
Profil de la bande des cipolins au Sud de l'Analalava.

Fig. n° 15.
Même profil plus au Sud.

§ 6. *Description des veines de pegmatite reconnues à Tétésantsio et considérations relatives à ce gisement.*

Les recherches faites à Tétésantsio sont peu considérables et consistent en deux fouilles établies dans le but de découvrir une veine encaissée dans le cipolin, à quelques mètres des quarzites. La première attaque se trouve à 80 mètres

environ des quartzites d'Ampisana; elle consiste en une petite tranchée de 7 mètres de longueur, qui suit la veine en direction. Le front de taille est entièrement formé par des cipolins schisteux, verdâtres, très altérés, parfois changés en argile ocreuse, qui sont concordants avec les quartzites et plongent de 80° à l'Est. La veine apparaît sur le front de taille et mesure en moyenne 0 m. 15 au plus; elle est, comme d'habitude, intercalée parallèlement aux couches (fig. n° 16). La pegmatite est à grain assez grossier, elle renferme de la tourmaline noire, et principalement de la rubellite rouge foncé, qui paraît très abondante ici.

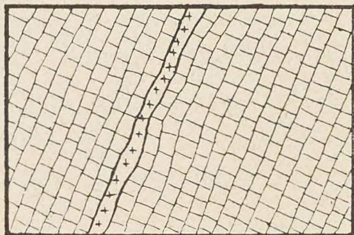


Fig. n° 16.
Profil montrant la disposition de la veine à Tétésantsio.

A 200 mètres plus au Sud et un peu plus bas, se trouve une nouvelle attaque qui, sous forme d'une tranchée de 6 mètres de longueur, a suivi en direction une nouvelle veinule également intercalée dans les cipolins verts complètement décomposés. La veinule, qui est dirigée Nord-Nord-Ouest, est presque verticale; la pegmatite qui la compose est littéralement criblée de cristaux de rubellite qui y est souvent plus abondante que le feldspath ; la teinte de cette rubellite est d'un beau rouge. Dans un petit ravin occupé par un ruisselet qui passe près de là, on trouve de nombreux débris de la même pegmatite, qui est toujours d'une richesse exceptionnelle en rubellite dont les cristaux se développent parfois normalement aux épontes.

Comme on peut le voir par ce qui précède, les veines de pegmatite sont à Tétésantsio incomparablement moins belles et moins nombreuses qu'à Antsongombato, mais elles viennent par leur présence attester la continuité des filons dans toute la zone des cipolins de l'Analalava. La rubellite est un élément constitutif accessoire absolument constant de ces pegmatites et y présente une grande uniformité d'aspect. On remarquera que les filons minéralisés se trouvent toujours sur le bord occidental de la bande des cipolins, près du contact de ces derniers avec les quartzites, et dans les cipolins verts.

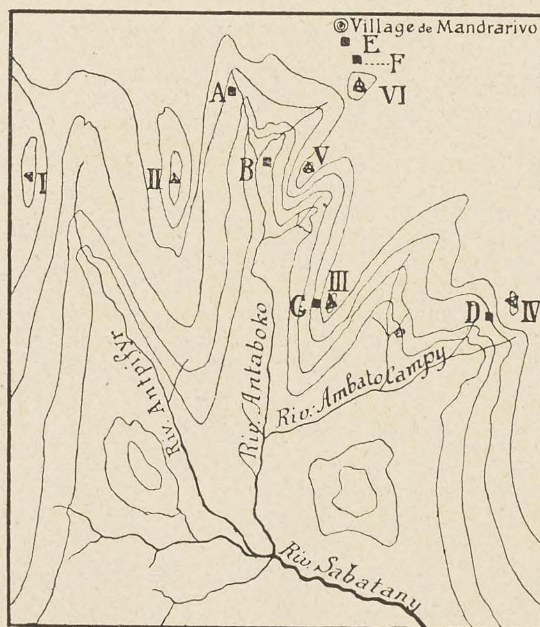
CHAPITRE IV

Description des gisements de pegmatite. Le centre de Mandrarivo.

§ 1. *Géologie des environs de Mandrarivo.*

La géologie des environs de Mandrarivo est fort simple; toute la région est en effet comprise dans la zone des quartzites et se trouve à l'Est de la chaîne de Tsaravovona que l'on traverse plus au Nord pour aller à Antsongombato. On arrive au village de Mandrarivo par le même chemin que celui qui conduit au col de Tsaravovona, mais sur le plateau d'Itavo, on marche plus au Sud ou au Sud-Est, Mandrarivo se trouve d'ailleurs à vol d'oiseau à une faible distance du col en question. En effet, au Sud de celui-ci, la crête de Tsaravovona est accompagnée de plusieurs petites et courtes rides parallèles qui lui font suite vers l'Est. C'est d'abord celle de Raininoro qui vient directement à l'Est de Tsaravovona avec le petit mouvement de terrain secondaire de Fatihita, puis la crête de Tétéhina, et enfin celle d'Antsofimbato, la plus orientale. Ces différentes rides s'atténuent du côté du Nord; vers le sud, elles finissent rapidement en pointe et s'abaissent à la naissance d'une grande vallée, encaissée à l'Ouest par le prolongement Sud de la crête de Marossosona (qui porte ici certainement un autre nom) et à l'Est par une très longue chaîne de quartzites, celle de l'Ibity qui naît à une petite distance au Sud de la terminaison de la ride qui prolonge Antsofimbato de ce côté, et qui se continue fort loin vers le Sud avec des caractères analogues. Cette vallée est celle de la Sahatany, et les divers torrents qui occupent la patte d'oie formée par la terminaison Sud des rides indiquées, se réunissent bientôt pour donner naissance à la rivière du même nom, qui coule vers le Sud. La grande dépression située entre la haute barrière de l'Ibity et celle qui prolonge Marossosona au Sud, n'est pas plate, elle

est occupée par des collines considérablement plus basses, dont l'aspect et la couleur rappellent absolument ceux des collines de la dépression située entre Ambatoménaloa et Ampisana, qui sont, comme nous l'avons vu, formées par les cipolins.



△ Sommets de crête
■ Gisements

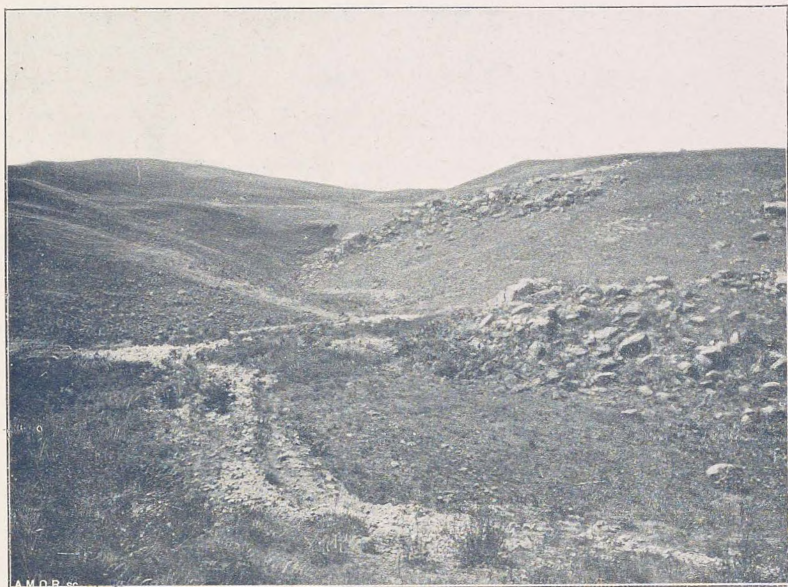
Fig. nº 17.
Carte des gisements de Mandrarivo.

A = gisement d'Antaboko.
B = gisement de Fatihita.
C = gisement de Tétéhina.
D = gisement d'Ambatolampy.
E et F = fouilles voisines de Mandrarivo.
I = Sommet de Tsaravovona.
II = Crête de Raininoro.
III = Crête de Tétéhina.
IV = Sommet d'Ambatolampy.
V = petite crête de Fatihita.
VI = Antsofimbato.

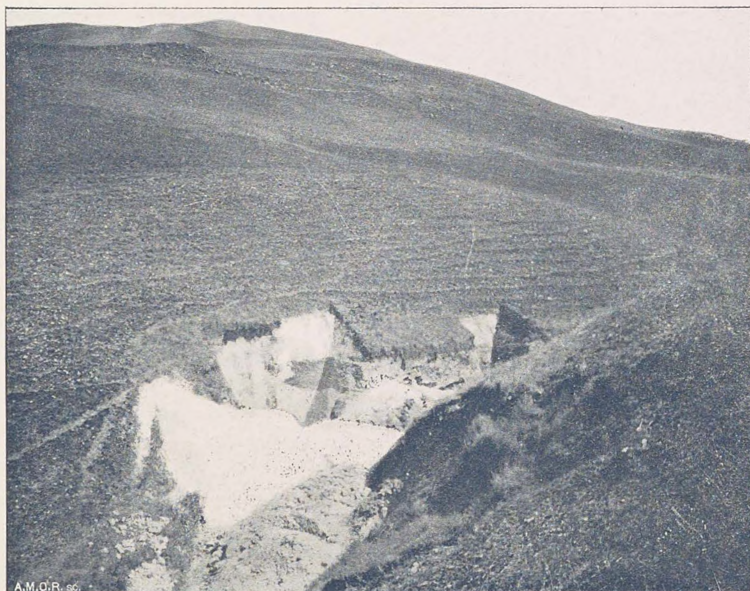
C'est au milieu de ces collines que la Sahatany s'est frayé un passage. Le croquis (fig. nº 17) qui n'est pas un plan, mais une simple figuration des lieux, donne une idée de la disposition indiquée.

Toutes les crêtes en question sont formées par les quartzites qui plongent régulièrement à l'Ouest, comme d'habitude; cependant à plusieurs reprises et notamment dans l'extrémité Sud des rides ci-dessus, le granit perce en boutonnières au milieu de celles-ci (phot. nº 25); et il est certain que partout où les quartzites sont en place, elles ne forment qu'une croûte relativement très mince sur le granit resté audessous. Quant aux collines qui occupent la dépression de la Sahatany, elles sont formées par les cipolins de la zone orientale, qui naît à quelques centaines de mètres au Sud de la terminaison des rides en question; comme aucune des attaques des gisements de Mandrarivo ne se trouve dans ces roches, nous ne nous en occuperons pas pour le moment, devant y revenir à propos de Tsilaisina.

Les filons de pegmatite qui sont exploités sur plusieurs points assez distants, sont sans relation les uns avec les autres et encaissés, soit dans les quartzites, soit dans le granit. Dans le premier cas, ils sont presque toujours intercalés parallèlement aux couches et très localisés. La multiplicité des attaques et surtout des grattages superficiels dans les environs de Mandrarivo, montre que les veines de pegmatite sont une formation banale; nulle part cependant, nous n'avons rencontré de



Phot. nº 25. — Contact du granit et des quartzites à Fatihita.
A droite, le granit ; à gauche, les quartzites.



Phot. nº 26. — Vue générale plongeante des deux cavités d'Antaboko.

filon qui présente une continuité comparable à celle observée sur certaines formations analogues d'Antsongombato. La pegmatite est presque partout complètement décomposée et renferme d'habitude de la tourmaline noire, très souvent du béryl, et plus rarement de la rubellite violacée.

§ 2. *Enumération des principaux gisements.*

Les filons attaqués à Mandrarivo sont, comme nous l'avons dit, situés en des points fort différents; les principaux se trouvent à Antaboko, à la naissance du ravin placé entre Raïninoro et la crête de Fatihita, puis un peu plus bas, à Fatihita même, ensuite à l'extrémité Sud de la crête de Tétéhina, et enfin à Ambatolampy sur le flanc Ouest de la montagne de ce nom, à peu près vis-à-vis de Tétéhina. Nous avons visité aussi près du village quelques fouilles faites par différentes personnes et qui ont mis à jour plusieurs dykes et filons de pegmatite, puis encore une petite attaque qui se trouve sur le flanc Sud-Est de Tsaravovona et de laquelle on a extrait des pierres assez jolies.

§ 3. *Le gisement d'Antaboko.*

Il se trouve dans le lit même du torrent de ce nom qui descend dans la vallée de la Sahatany entre les crêtes de Raïninoro et de Fatihita (fig. nº 18), et consiste en un filon de pegmatite intercalé dans les quartzites. Les travaux qui sont au niveau même du torrent sont représentés en deux excavations voisines (phot. nº 26) faites sur le bord même de celui-ci. Les deux attaques se trouvent sur le même filon; les quartzites qui forment le mur et qu'on voit en place sur la rive gauche du ravin, plongent de 60° au Nord-Ouest; elles sont litées et de type micacé. Au toit on ne voit, il est vrai, que de la terre, mais les quartzites se trouvent tout près de là sur les pentes. Le filon suit manifestement la

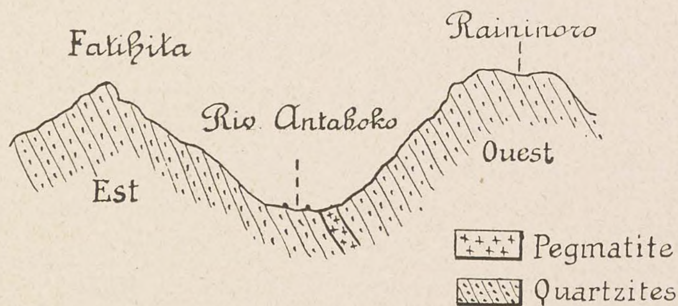


Fig. nº 18.
Profil par le gisement d'Antaboko.

direction des couches qui n'est pas celle du ravin, il passe certainement plus à l'Ouest, sur le flanc oriental de la pente qui domine la rive droite du torrent.

L'excavation de l'attaque inférieure mesure environ sept mètres de longueur (phot. nº 27), elle a suivi visiblement le filon en direction, mais, comme les déblais recouvrent le contact de la pegmatite avec son mur à cet endroit, on ne peut estimer exactement l'épaisseur du filon, celle-ci dépasse en tout cas quatre mètres (fig. nº 19). La pegmatite s'enfonce régulièrement sous les quartzites avec un plongement très brusque; elle est d'un type assez spécial, à gros individus; le feldspath est ici une superbe amazonite bleu clair. Le quartz est de couleur grisâtre, et les micas blancs et noirs s'y rencontrent en larges lamelles. Les cryptes paraissent assez abondantes dans la pegmatite, elles contiennent fréquemment d'énormes cristaux de quartz admirablement cristallisés. Comme minéraux accessoires on trouve de la rubellite généralement zonée et de teinte violacée, puis du béryl d'un bleu foncé avec pointe de noir. La pegmatite est fort décomposée, et les minéraux y sont toujours très altérés, ils sortent de l'excavation en fragments ou en petits débris, quelquefois cependant en cristaux encore intacts. Le béryl bleu est accompagné d'un béryl truité de zones bleues et roses, de couleur généralement pâle.

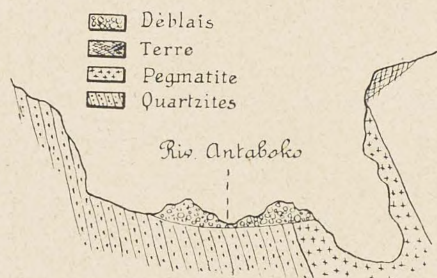


Fig. nº 19.
Profil à travers la cavité inférieure d'Antaboko montrant la disposition du filon.

La deuxième attaque, qui est à quelques mètres plus au Nord, est restée en grande partie dans les quartzites; le filon n'apparaît que dans le haut de la taille. Il repose sur les quartzites au mur, tandis qu'au toit on trouve la terre végétale (fig. nº 20). La pegmatite est ici nettement graphique, le feldspath présente une couleur blanche, la roche est aussi moins décomposée que celle exploitée un peu plus bas, et paraît renfermer les mêmes minéraux accessoires.

Au Sud et au Nord des travaux on ne trouve pas d'affleurement permettant de conclure que ce filon se continue en direction, le sol est d'ailleurs partout recouvert.

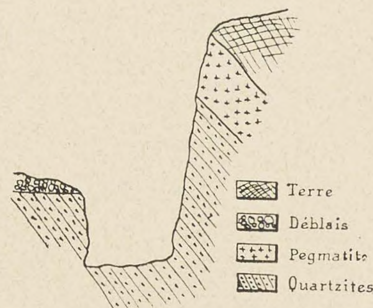


Fig. nº 20.
Profil par la cavité supérieure d'Antaboko.

Depuis le gisement d'Antaboko, nous sommes descendus le long du torrent du même nom. Un peu en aval d'Antaboko, à l'endroit appelé Fatihita et sur la rive

gauche du torrent, le granit affleure au milieu des quartzites (phot. N° 25). Là se trouve une tranchée qui a été faite dans le but d'explorer un filon de pegmatite qui se trouve encaissé dans ce granit. La tranchée, qui mesure dix mètres de longueur, a apparemment suivi le filon en direction ; elle est orientée Nord-Est Sud-Ouest, ce qui montre bien qu'il ne s'agit pas ici d'un filon-couche.

Le granit encaissant est complètement kaolinisé, et nulle part dans les tranchées on ne peut voir la pegmatite en place, mais dans les déblais on trouve des blocs de cette pegmatite et de quartz gris, empâtant de la tourmaline noire. Il paraît qu'on a extrait de cette tranchée des cristaux de béryl décomposés dans lesquels on a trouvé quelques régions saines de couleur bleu pâle.

§ 4. *Le gisement de Tétéhina.*

Il se trouve à l'extrémité Sud de la crête de Tétéhina et légèrement sur le flanc Ouest de celle-ci. A cet endroit, le granit perce dans les quarzites, mais comme nous avons retrouvé ces roches sur la crête même, puis sur le flanc Ouest de la montagne d'Ambatolampy, il faut en conclure que le profil de cette région doit être à peu près le suivant (fig. n° 21).

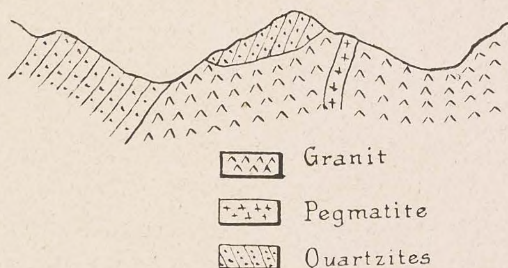


Fig. n° 21.
Profil par le gisement de Tétéhina.

Le filon exploité à Tétéhina est situé à flanc de coteau, à 200 mètres environ du thalweg de la vallée ; il est encaissé dans un granit gneissique à grain plutôt fin, (voir la description pétrographique, chapitre II), et de type granulitique, qui affleure tout près de l'attaque en gros blocs arrondis et émoussés. Il a été attaqué et suivi en direction par une tranchée longue d'environ vingt-cinq mètres ; là où le filon a été extrait, cette tranchée qui est assez étroite, a de 6 à 8 mètres de profondeur, les parois en sont presque verticales. La direction du filon est Nord 15° Est, il plonge à l'Est de 42°-45°. Au front de taille, il présente la disposition indiquée par la fig. n° 22. Il mesure 1 m. 20 dans la partie la plus épaisse, puis il se rétrécit vers le bas et se bifurque. Au toit comme au mur, le granit est entièrement altéré. En suivant l'affleurement du filon sur le seuil déblayé de la tranchée, on observe qu'il présente sur

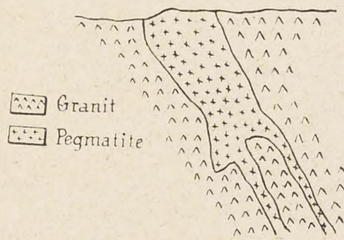


Fig. n° 22.
Profil montrant la disposition du filon de Tetéhina.

toute sa longueur une série de parties étranglées et renflées qui alternent ; l'épaisseur maxima de celles-ci ne dépasse pas 1 mètre.

La pegmatite est complètement décomposée et tombe en poussière ; elle est parfois difficile à distinguer de ses salbandes, toujours très feldspathique et à éléments plutôt gros. Au front de taille, on voit d'assez nombreux cristaux de tourmaline noire dans la masse décomposée ; on a extrait aussi de ce filon plusieurs gros prismes de béryl complètement kaolinisés, sur lesquels on a trouvé cependant quelques fragments encore limpides et de couleur bleu verdâtre.

§ 5. *Gisement d'Ambatolampy.*

Il est situé à 500 mètres environ à l'Est de Tétéhina et à flanc de coteau sur la pente Ouest de la montagne d'Ambatolampy ; il comporte un filon de pegmatite qui est intercalé dans les quartzites et suit la direction de celles-ci qui est NNO-SSE.

Les travaux consistent en une tranchée qui a suivi et découvert le filon et qui mesure 18 mètres de longueur ; sur cette tranchée on a creusé deux excavations plus profondes dans le but d'extraire la pegmatite. La première, qui se trouve à l'extrémité sud de la tranchée, mesure 3 mètres de largeur sur 6 de hauteur et 5 de longueur ; les parois en sont de nature argileuse et ont l'aspect que présentent les quartzites décomposées. On remarque cependant un peu de pegmatite très altérée au toit. Un seuil rocheux, entièrement formé par des quartzites décomposées et litées plongeant Est 40°, sépare cette cavité de la seconde.

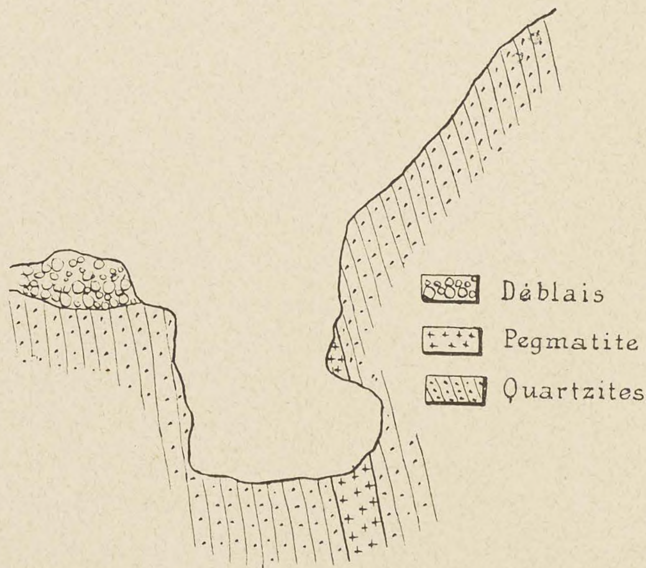


Fig. n° 23.
Profil par la cavité d'Ambatolampy montrant la disposition du filon.

A l'époque de notre première visite au gisement, on voyait un trou irrégulier ayant plus de 7 mètres de profondeur, qui paraissait entièrement creusé dans la

pegmatite; cependant, sur la partie Nord, qui ressemblait vaguement à un front de taille, nous avons pu relever la succession suivante : 1. quartzite; 2. mince filon de pegmatite; 3. quartzites décomposées; 4. pegmatite; 5. quartzites. La pegmatite a une faible épaisseur; il est évident que le filon se ramifiait ici, comme c'est fréquemment le cas. La fig. nº 23 en donne la disposition.

Au Nord de la deuxième cavité le sol était simplement décapé et l'on voyait, du côté du toit, de petits lits de quartzite décomposée en place, mais le filon n'était pas apparent en cet endroit. Comme les déblais avaient été rejetés sur le bord même de la tranchée, il était souvent difficile de voir la disposition du mur.

Un approfondissement de la cavité principale fait ultérieurement a montré que le filon de pegmatite se rétrécissait rapidement en profondeur, et un rudiment de galerie fait jusqu'au mur a de suite rencontré les quartzites plongeant à l'Est.

La pegmatite d'Ambatolampy est blanche, kaolinisée et décomposée; elle renferme de gros cristaux de tourmaline noire et du béryl kaolinisé qui paraît être surtout associé à de gros individus de quartz; on a extrait de ce filon quelques prismes altérés de béryl qui, à l'intérieur, renfermaient des parties d'un bleu d'azur ayant fourni de fort jolies pierres.

§ 6. *Les filons de pegmatite voisins de Mandrarivo.*

Près du village de Mandrarivo, la pegmatite affleure en plusieurs points sur lesquels des recherches plus ou moins sérieuses ont été faites.

Sur le plateau, au Sud-Est du village et à quelques mètres de celui-ci, on a fait sur un affleurement de pegmatite un grattage consistant en un fossé de 4 mètres de longueur sur 2 de large et 4 de profondeur et qui est resté entièrement dans une roche complètement décomposée, dans laquelle on a trouvé quelques petits prismes très clairs de tourmaline. On ne voit ni toit ni mur à la pegmatite, qui forme probablement ici un dyke dans les quartzites.

A 250 mètres de là, une seconde fouille a rencontré une pegmatite à mica blanc, à grain plutôt grossier, dans laquelle on a trouvé des tourmalines roses de petite dimension et du béryl incolore en petits cristaux. Ces deux fouilles n'ont pas été continuées.

Sur la crête d'Antsofimbato, un peu au Nord-Est du village, il existe des travaux plus importants exécutés sur un filon, propriété d'un M. Heil. Ceux-ci consistent en une assez grande excavation faite sur un affleurement de pegmatite qui contenait du béryl. Cette pegmatite forme certainement un gros dyke irrégulier au milieu des quartzites, car l'examen des travaux ne permet de reconnaitre ni une

direction déterminée, ni un plongement caractérisé ; on ne voit pas même la nature des roches encaissantes, mais comme les quartzites se rencontrent tout près de là, il est certain que le filon de pegmatite les traverse.

La pegmatite est très décomposée, friable ; elle renferme beaucoup de mica blanc et un peu de tourmaline. On en a extrait passablement de béryl incolore et très limpide.

§ 7. *Le gisement de Tsaravovona.*

Sur le flanc Nord-Est de la montagne de Tsaravovona on a fait une petite fouille de quelques mètres de diamètre et de quelques mètres de profondeur qui a rencontré une terre rougeâtre mêlée à des blocs anguleux d'une roche quartziteuse ressemblant absolument à un greisen, et qui est surchargée de tourmaline noire. Cette fouille a été certainement faite sur des éboulis ; on en a retiré un prisme pesant plus de 25 kilos, d'un superbe béryl rose que nous n'avons pas vu, mais avons pu identifier comme tel, sur une magnifique pierre pesant plus de 40 karats et absolument limpide, qui avait été taillée dans le matériel fourni par ce prisme. Dans les déblais on trouve encore des débris de tourmaline rouge et de tourmalines zonées.

Le filon, s'il nous est permis de nous servir de ce terme, se trouve à 4 ou 5 mètres au-dessus de la fouille ; il forme une série d'affleurements continus, indiqués par des blocs de quartz laiteux, et paraît orienté Nord-Ouest Sud-Est, avec un plongement Nord 36° Ouest. Nous avons retrouvé les mêmes roches sur 270 mètres environ ; partout elles renferment, en plus ou moins grande abondance, de la tourmaline noire en petits cristaux, mais on n'y voit pas autre chose à l'affleurement. La fig. n° 24 montre la disposition du filon de Tsaravovona. On remarquera que dans cette montagne les quartzites plongent à l'Ouest ; or, à Ambatolampy, les mêmes roches plongent à l'Est.

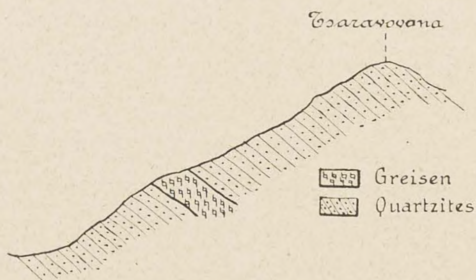


Fig. n° 24.
Profil par le filon de Tsaravovona.

Il semblerait donc que les quartzites dessinent dans la région un grand anticlinal percé par le granit qui affleure à Tétéhina.

CHAPITRE V

DESCRIPTION DES GISEMENTS DE PEGMATITE.
LES GISEMENTS DE TSILAISINA ET CEUX DE LA SAHATANY.

§ 1. Géologie de la région qui avoisine Tsilaisina et de la vallée de la Sahatany. — § 2. Le gisement de Maroando. — § 3. Le gisement de Tsilaisina. — § 4. Le gisement de Tsimanaharana. § 5. Le gisement d'Antandrokomby. — § 6. Les gisements des environs de Maharitra, dans la vallée de la Sahatany.

§ 1. *Géologie de la région qui avoisine Tsilaisina et de la vallée de la Sahatany.*

Ces gisements se trouvent sur le bord Est de la zone orientale des cipolins qui, comme nous l'avons montré, naît aux sources de la Sahatany et suit parallèlement le flanc occidental de la chaîne de l'Ibity; les gisements de la Société Nantaise, que nous avons en partie visités, ainsi que ceux de la Société des pierres et métaux précieux, sont situés dans la même zone.

Nous nous sommes rendus à Tsilaisina depuis Antsongombato, en refaisant en partie le chemin parcouru à l'aller, puis en changeant ensuite de route.

Partis d'Analalava, nous avons tout d'abord traversé le plateau d'Ampatsakana dont les quartzites sont criblées de gros filons de pegmatite révélés par des affleurements de quartz. Ces pegmatites sont souvent à éléments gigantesques; sur un filon mis à nu par une petite fouille, nous avons vu des cristaux de béryl kaolinisés, pesant plusieurs kilogrammes, et d'énormes prismes de tourmaline noire: les lamelles de mica blanc de la pegmatite mesuraient jusqu'à 0 m. 30.

En route, nous avons campé sur le flanc occidental de la crête d'Ampanatovana et le lendemain, du sommet de cette montagne, nous avons pu prendre une bonne vue de la grande chaîne d'Ambatoménaloa. Nous avons traversé ensuite la vallée d'Ambiloména et la montagne de Namarinana, mais plus au Sud, et sommes descendus dans la vallée de Ranoumandry. Dans la partie Nord de celle-ci, on trouve encore les quartzites en place, mais en la suivant vers le Sud on voit que le granit affleure en boutonnière au milieu d'elles. Le granit est latéritisé; par places, de gros affleurements de quartz sortent de cette latérite, ce quartz renferme souvent d'énormes cristaux de tourmaline.

Nous avons ensuite traversé la chaîne de Marossosona mais plus au Sud; sur la crête les quartzites plongent encore Ouest 50°. Au flanc Est de la chaîne se trouve un assez large plateau d'où l'on voit fort bien la terminaison de Tsaravovona et de Raïninoro vers le Sud; puis l'on descend sur la vallée de la Sahatany. A l'extrémité Est du plateau affleure un granit porphyroïde blanc à gros cristaux qui forme les grands rochers délimitant le plateau de ce côté; le granit se continue jusqu'à la vallée d'Analavori, puis un peu au delà, vers l'Est, il entre en contact avec les cipolins. Ceux-ci forment la colline d'Ilapa, puis arrivent jusqu'à la Sahatany même et se retrouvent encore sur sa rive gauche où ils forment la colline appelée Tompobohitra (phot. nº 28). Celle-ci est séparée par une vallée, celle d'Andononа, de la grande chaîne de quartzite de l'Ibity. Les cipolins plongent régu-

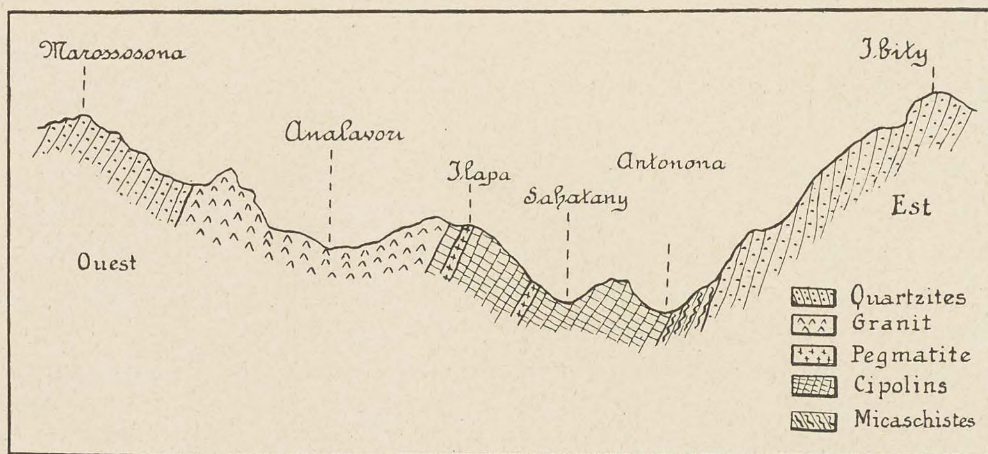
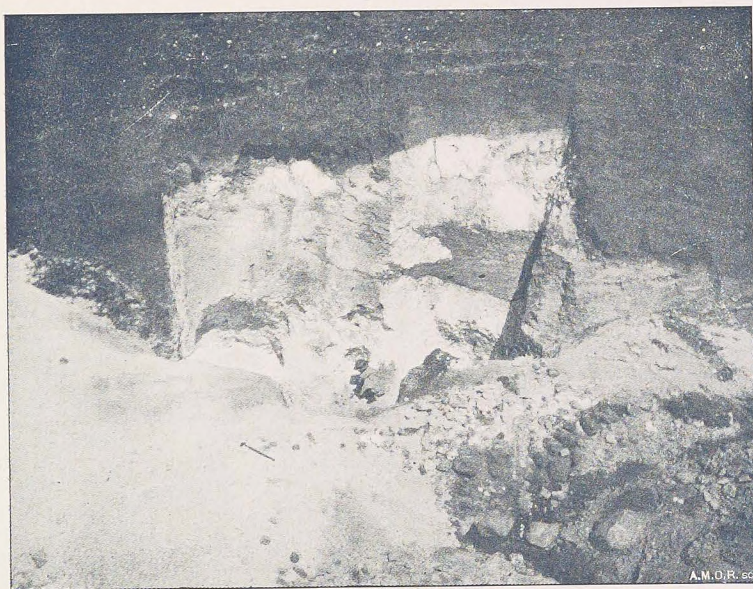


Fig. nº 25.
Profil par la vallée de la Sahatany et la chaîne de l'Ibity.

lièrement vers l'Ouest de même que les quartzites. La fig. nº 25 rend compte de la disposition observée.

C'est dans la partie supérieure de la vallée de la Sahatany et dans la zone des cipolins que se trouvent les gisements de la Société des métaux précieux et de la « Nantaise ». Ceux de Tsilaisina sont situés à une quinzaine de kilomètres au Sud des bâtiments et du village de Maharitra, toujours sur la même zone. Pour gagner Tsilaisina nous avons traversé Tompobohitra et longé par la vallée le flanc oriental de la chaîne de l'Ibity. Chemin faisant, nous avons à fois réitérées pu voir le contact des cipolins avec les quartzites ou les quartzites micacées. Le flanc Est de l'Ibity devient de plus en plus abrupt en allant vers le Sud; le plongement des couches se fait dans la règle toujours à l'Ouest, nous avons cependant vu certains



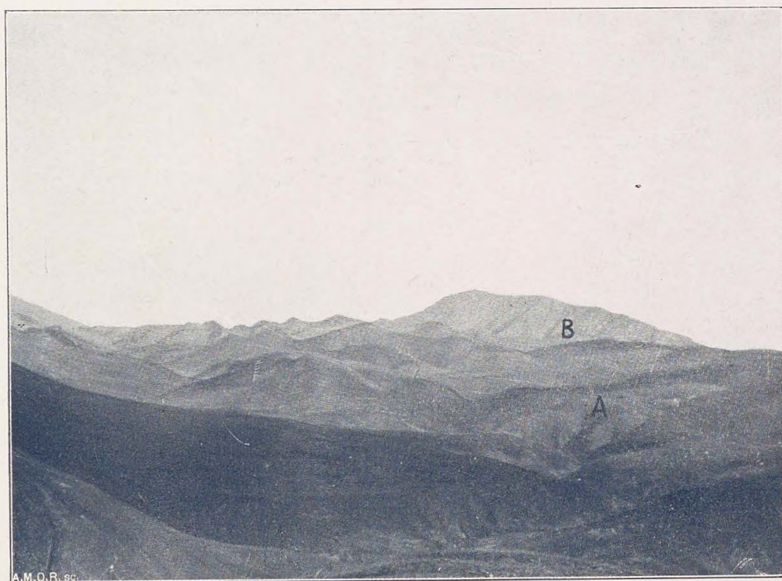
Phot. nº 27. — Vue de la cavité inférieure d'Antaboko creusée en pleine pegmatite.



Phot. nº 28. — Vue de la chaîne de l'Ibity, de la colline de Tompobohitra et de la vallée de la Sahatany.



Phot. n° 29. — Vue de la vallée de la Manandona, près de Tsilaisina.



Phot. n° 30. — Vue générale de la zone des cipolins, prise de Tsilaisina.
A, zone des cipolins ; B, chaîne de Volamandrohitra qui la limite vers l'Ouest.

points où il était à l'Est, ce qui supposerait pour la bande synclinale des cipolins une disposition générale indiquée par les fig. nos 26 et 27.

Nous avons ensuite traversé un contrefort de l'Ibity et sommes arrivés à Tsilaisina et dans la vallée de la Manandona, en amont de son confluent avec la Sahatany. La Manandona coule d'abord sur le flanc oriental de l'Ibity, traverse cette chaîne en cluse, passe alors sur son flanc occidental, et coupe ensuite obliquement toute la zone des cipolins en coulant par places dans une espèce de canon (phot. n° 29). A Tsilaisina, la zone est resserrée comme toujours entre deux barrières de quartzites; celle de l'Est forme l'Ibity, celle de l'Ouest la chaîne appelée Volamandrohitra (phot. n° 30). Les quartzites de l'Ibity plongent à l'Ouest, de même que les cipolins, mais en traversant la chaîne on voit ces quartzites s'incurver près du sommet, devenir presque horizontales, puis finalement plonger à l'Est; l'Ibity forme donc une voûte anticlinale qui est déjetée de ce côté. La fig. n° 28 reproduit la disposition géologique observée.

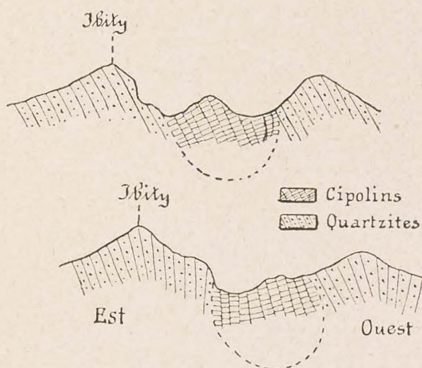


Fig. nos 26 et 27.
Profil à travers la vallée de la Sahatany.

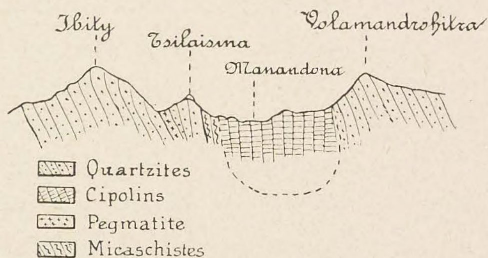


Fig. n° 28.
Profil par l'Ibity et la zone synclinale des cipolins.

La région des filons de Tsilaisina occupe le bord oriental de la zone des cipolins; ceux qui sont exploités affleurent en effet à flanc de coteau sur quatre grandes pyramides d'érosion découpées dans les formations quartziteuses par les torrents qui descendent de l'Ibity et se jettent dans la Manandona; ces pyramides s'appellent comme suit, en allant du Nord au Sud: Maroando F., Tsilaisina E., Tsimanaharana D., Tsaratanana C. (phot. n° 31). Une cinquième de ces pyramides appelée Tsimananana, se trouve encore sur la rive gauche de la cluse de la Manandona (phot. n° 32). Les flancs de ces pyramides sont très abrupts et les pentes toujours fort rapides; elles forment un véritable accident topographique continu le long du versant occidental de l'Ibity et en sont séparées par des cols bien marqués sur leurs crêtes acérées, comme on peut le voir d'après les phot. n° 33 et n° 34.

Au début nous avions pensé que ces cols jalonnaient le contact des quartzites avec les cipolins et que par conséquent les pyramides en question étaient formées

entièrement par les calcaires métamorphiques; un examen détaillé des lieux nous a montré qu'il n'en était pas ainsi et que celles-ci étaient en majeure partie formées par les quartzites blanches et saccharoïdes elles-mêmes; les cipolins se trouvent plus à l'Ouest et leur contact passe assez bas sur le flanc occidental de ces pyramides; entre les quartzites et les cipolins se trouve une mince bande de micaschistes.

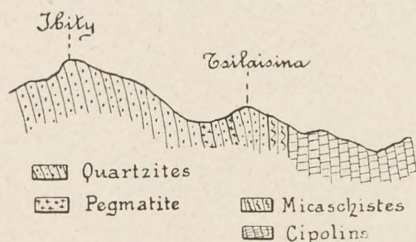
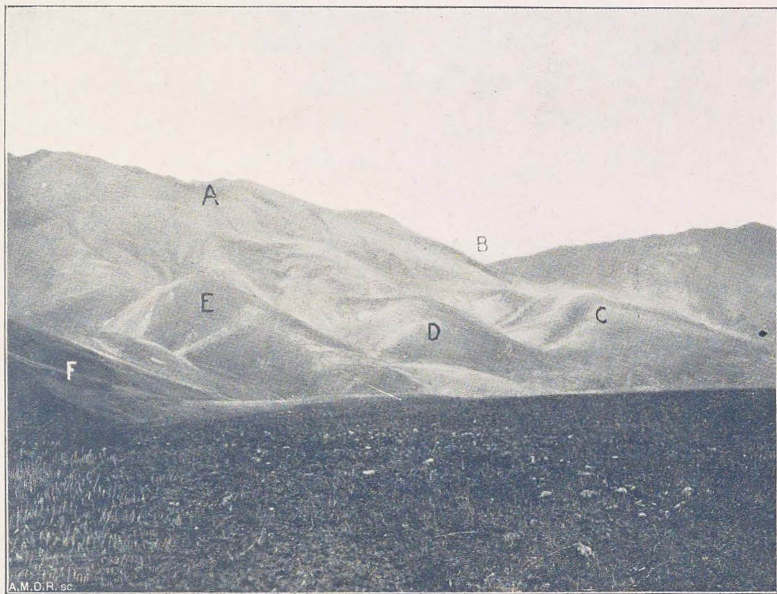


Fig. n° 29.
Profil par Tsilaisina.

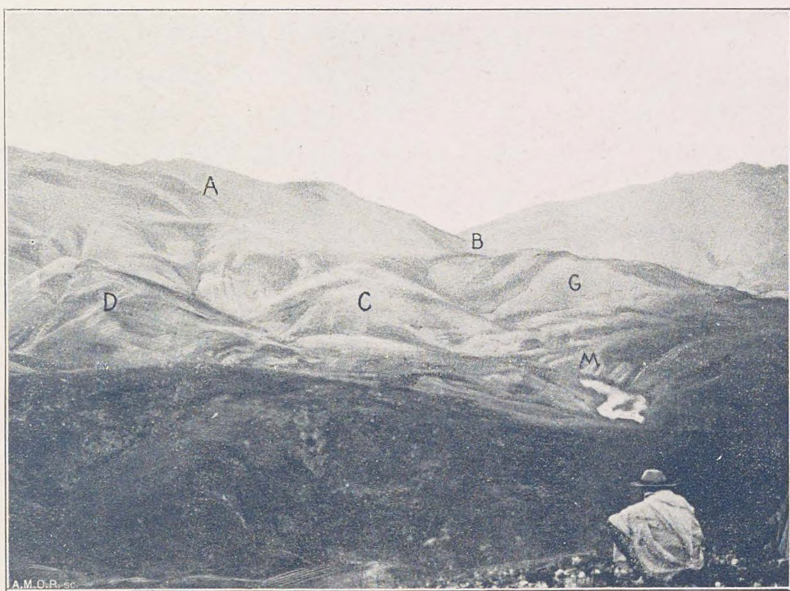
Les quartzites comme les cipolins sont d'ailleurs très redressées et plongent à l'Ouest de 50°-60°. Il résulte de la disposition observée que les filons de pegmatite sont injectés dans les quartzites et non dans les cipolins (fig. n° 29). Ces derniers sont identiques à ceux d'Antsongombato; nous n'avons cependant pas vu ici les variétés vertes et schisteuses caractéristiques pour cette localité, mais comme le sol est très couvert et que les tailles dans les cipolins sont rares, nous ne pouvons affirmer que ces variétés font défaut. La grande majorité des veines de pegmatite est disposée en filons-couches; il existe cependant de véritables filons qui sont généralement orientés Est-Ouest et par conséquent presque normaux à la direction des strates. La pegmatite qui forme ces filons est tantôt complètement décomposée et friable, tantôt dure et relativement fraîche; elle offre des types variables caractérisés par la présence ou l'absence du mica, ainsi que la dimension du grain. Les minéraux accessoires bien cristallisés y sont généralement gîtés en cryptes; ce sont d'abord les tourmalines polychromes très souvent zonées, de couleur brune, jaune et rose, les rubellites rose violacé, et de la spessartine jaune. Il est à remarquer (ce qui est peut-être tout à fait accidentel), que les belles rubellites très colorées et rouges se rencontrent seulement dans les filons encaissés au milieu des cipolins; c'est le cas à Antsongombato et à Tétésantsio par exemple, tandis qu'à Tsilaisina où ces rubellites manquent, les filons traversent les quartzites; par contre, les rubellites foncées se retrouvent à Antandrokomby tout près de Tsilaisina, mais là le filon est de nouveau dans les cipolins.

Le béryl rose a également été extrait de la pegmatite à Tsilaisina, pendant notre séjour, en quantité assez considérable. Cette merveilleuse pierre qui, à notre avis, est appelée à jouer un rôle important dans la bijouterie, n'a guère été signalée qu'à Madagascar; les premières variétés qui ont été analysées provenaient probablement des filons de la vallée de la Sahatany, celles décrites récemment par M. Lacroix[1] avaient la même origine, mais comme on le verra plus loin, ce béryl

[1] A. Lacroix, *loc. cit.*



Phot. nº 31. — Vue générale de la chaîne de l'Ibity A, de la cluse de la Manandona B et des pyramides de : Tsaratanana C, Tsimanaharana D, Tsilaisina E et Maroando F.



Phot. nº 32. — Même vue que le nº 31 ; les lettres ont la même signification. En G, pyramide de Tsimananana.

rose est un peu différent de celui de Tsilaisina dont le gisement paraît pour le moment être vraiment le seul de son espèce.

Ajoutons encore que si l'on en juge par les affleurements des filons qui sont visibles dans l'une des pyramides indiquées, ces derniers ne se continuent pas dans la pyramide suivante, qui aurait en quelque sorte ses filons distincts; on verra cependant qu'il faut être circonspect au sujet de cette conclusion.

§ 2. *Le gisement de Maroando.*

Le gisement de Maroando se trouve dans la pyramide qui vient le plus au Nord et qui est désignée par F sur la phot. nº 31; il est placé sur la rive droite du torrent du même nom. Sur la rive gauche du ravin occupé par ce torrent, on voit affleurer des bancs de cipolin qui plongent fortement à l'Ouest; sur la rive droite et au niveau même du torrent, on remarque de gros rochers formés par une pegmatite dure, criblée de cristaux de tourmaline noire. Ces rochers appartiennent à un filon qui suit la pente du sol très rapide en cet endroit, et dont on voit plusieurs affleurements à flanc de coteau. Ce filon est dirigé à peu près Est-Ouest ou mieux Est 5° Sud; comme les couches des cipolins courent en moyenne Nord 20° Ouest, il s'agit donc ici d'un véritable filon et non d'un filon-couche.

Cette veine n'a pour ainsi dire pas été découverte, il existe seulement de petits grattages faits en divers endroits sur ses affleurements; partout ceux-ci ont mis au jour une pegmatite généralement décomposée et presque toujours riche en mica blanc. Le point où on a exécuté quelques travaux se trouve à 60 mètres environ au-dessus du ravin; ceux-ci consistent en une simple entrée sur le filon qui a été excavé sur une longueur de quelques mètres; on en a extrait une pegmatite entièrement kaolinisée et très friable, qui contient assez abondamment de petits cristaux de rubellite d'un rose pâle plus ou moins violacé, puis des cristaux zonés dont l'intérieur est vert brunâtre foncé, la zone médiane vert jaunâtre plus ou moins clair et la périphérie rose violacé très clair. Le filon est encaissé dans les micaschistes ou quartzites micacés qui sont intercalés entre les cipolins et les quartzites franches, il se continue sur une grande longueur (plus de 100 mètres), car nous en avons encore rencontré des affleurements bien au delà du point attaqué. Par contre, on en perd toute trace dans les cipolins qui se trouvent sur la rive gauche du torrent.

A 60 mètres environ au Nord du filon précédent et un peu plus haut, l'érosion a mis au jour un second filon de pegmatite parallèle au premier qui, jusqu'ici, n'a fait l'objet d'aucune attaque. Ce filon est également transversal à la direction des couches, il est assez large mais se rétrécit vers l'Ouest. La pegmatite qui le cons-

titue est à gros individus et assez dure, elle renferme du mica verdâtre, de la tourmaline noire et quelques indices de rubellite.

§ 3. *Le gisement de Tsilaisina.*

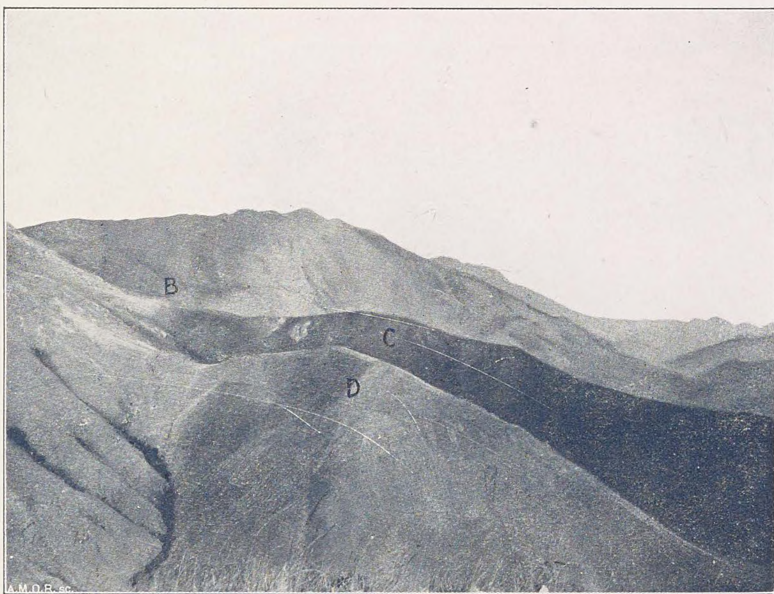
La pyramide de Tsilaisina est celle dans laquelle les filons sont les plus nombreux et les mieux reconnus; c'est là que les travaux exécutés et qui ont été suivis d'une exploitation momentanée ou continue sont le plus considérables. C'est sur le flanc occidental, à la base de cette pyramide, tout près de la Manandona, que se trouvent les quelques cases constituant le village de Tsilaisina. Les pentes du terrain sont très rapides, et comme tous les points travaillés sont, à l'exception d'un seul, situés assez près de la crête, il faut une demi-heure au moins pour y parvenir depuis le village en suivant l'étroit sentier qui a été fait par les mineurs.

Les attaques sont généralement à flanc de coteau et en entrée sur les filons qui ont été décapés sur une certaine hauteur, mais à l'intérieur desquels on n'a jusqu'ici pas pénétré très loin; une seule tranchée a suivi la veine en direction sur l'affleurement; ces différentes attaques sont désignées par les lettres A, B, C, D, E, F, sur les phot. nº 35 et nº 36, la majorité est située au flanc Nord-Ouest de Tsilaisina et au-dessus du torrent d'Analalava, une seule se trouve au flanc Sud-Est. La pegmatite rencontrée est généralement friable et fortement décomposée; elle renferme des tourmalines zonées avec couches concentriques jaunes, verdâtres, brunâtres, et roses également, puis du grenat jaune de miel qui y est transparent ou translucide, et enfin du béryl rose. Nous examinerons successivement ces différentes attaques.

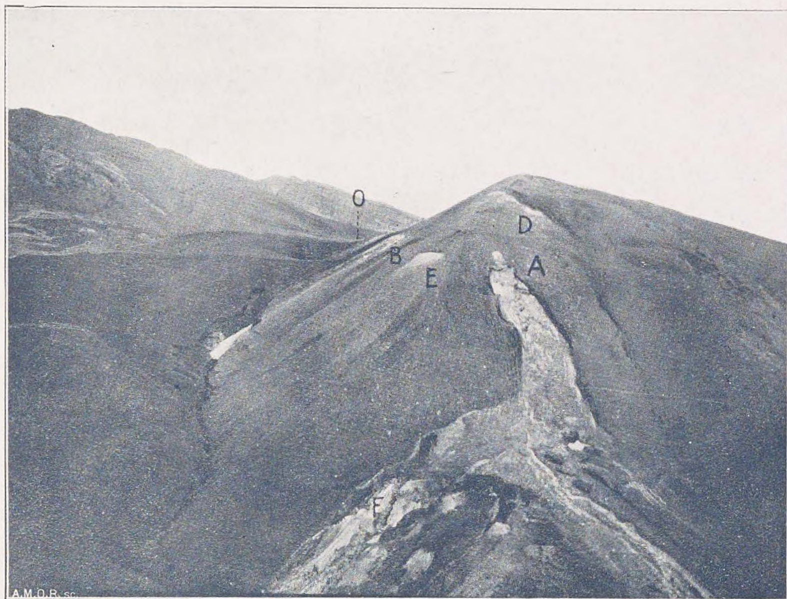
Attaque A. — Elle est bien visible sur la phot. nº 35 et se trouve au flanc Nord de Tsilaisina. Elle consiste en une courte tranchée accompagnée d'une excavation tout à fait irrégulière faite sur un filon qui affleurait en cet endroit et dont on avait remarqué des débris dans le ravin qui se trouve au-dessous de cette tranchée. Le filon, découvert sur quelques mètres, est certainement encaissé dans les quartzites qu'on trouve tout près de là, mais présentement, il est impossible de voir de quoi est composé le toit ou le mur, ainsi que de juger de la direction. Il paraît qu'antérieurement on a travaillé au-dessous de l'attaque actuelle, mais l'endroit est complètement recouvert par les éboulis de l'exploitation présente. Le front de taille visible actuellement est très réduit, le filon y apparaît encaissé dans de l'argile et des débris de quartzite, et il est certain qu'il s'agit ici d'un filon-couche parallèle à la direction générale des quartzites. Les parois qui surplombent l'excavation sont très abruptes. La veine, autant qu'il est permis d'en juger, doit mesurer



Phot. n° 33. — Vue des pyramides de Tsimanaharana et de Tsilaisina, depuis le Sud, et du cañon de la Manandona.



Phot. n° 34. — Vue des crêtes des pyramides de Tsimanaharana D et de Tsaratanana C, depuis le sommet de Tsilaisina. En B, cluse de la Manandona.



Phot. nº 35. — Vue générale des attaques A, B, D, E, F au flanc Nord-Ouest de Tsilaisina.



Phot. nº 36. — Vue de l'attaque C, située sur le flanc Sud-Est de Tsilaisina (tout près du col).

plusieurs mètres d'épaisseur ; la pegmatite qui la constitue est complètement décomposée et friable, elle ne contient pas de mica. Dans la masse kaolinique que l'on extrait du filon, on trouve de la tourmaline noire et beaucoup de tourmaline brune et verdâtre, zonée, qui présente fréquemment une de ses zones de couleur rose pâle violacé. Nous avons vu des cristaux extraits de cette tranchée qui pesaient 7 à 8 kilogrammes. On trouve aussi de la spessartine jaune, qui est parfaitement fraîche, mais par malheur presque toujours givrée et translucide; c'est également sur cette attaque que l'on a, en partie, extrait le superbe béryl rose mentionné plus haut. Ce minéral était déjà connu à Tsilaisina, mais il avait été pris pour de la tourmaline. Tout récemment, on en a trouvé simultanément plusieurs nids (car les gemmes qui forment les minéraux mentionnés sont, ici comme ailleurs, gîtés dans le filon). On a sorti au milieu du kaolin, des gros fragments d'un minéral informe, translucide, et de couleur rosée, dans lesquels on trouve des parties claires, absolument limpides et d'une fort jolie couleur rose fleur de pêcher.

Les cristaux déterminables paraissent être une rareté, ils sont toujours en mauvais état de conservation; nous avons eu cependant la bonne fortune d'en obtenir un qui sera décrit dans la seconde partie de cet ouvrage.

Les travaux pas plus que les affleurements superficiels ne permettent de se rendre compte de l'étendue et de la puissance de cette veine; elle a été exploitée à quelques mètres au-dessous de la taille actuelle, ce qui semble indiquer qu'elle descend en profondeur; d'autre part, on ne la voit pas affleurer au flanc Sud-Est de la pyramide, mais après ce que nous avons constaté à Tsimanaharana, cette observation n'est pas un critère sûr pour affirmer qu'elle est tout à fait locale.

Attaque B. — Elle se trouve sur le flanc Nord de Tsilaisina et placée plus ou moins parallèlement au ravin occupé par une des sources du torrent d'Analalava, à 50 mètres à peu près au-dessus de ce ravin. La tranchée mesure une trentaine de mètres environ, elle est orientée en moyenne Nord-Ouest Sud-Est et a suivi en direction un gros filon qui affleure en cet endroit; elle est restée entièrement dans la pegmatite. Le bord Sud de cette tranchée forme une falaise de 5 mètres de hauteur; on a fait dans celle-ci des excavations ayant plus d'un mètre, qui sont restées dans la pegmatite (fig. n° 30). Le bord Nord de la tranchée est oblitéré par des déblais. On ne voit ni le toit ni le mur du filon, mais comme les pentes près de ceux-ci sont couvertes de nombreux débris de quartzite, il est évident que la veine en

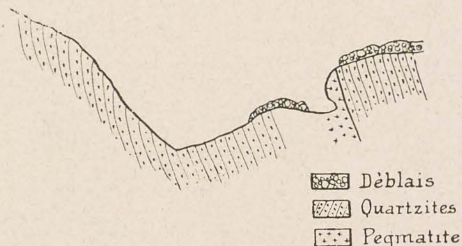


Fig. n° 30.
Profil par l'attaque B de Tsilaisina.

question est encaissée dans ces roches et disposée parallèlement à leur direction. Après ce que nous venons de dire, on comprend qu'il n'est pas possible de mesurer exactement l'épaisseur du filon dans la tranchée; mais on peut affirmer qu'elle dépasse certainement 4 mètres.

La pegmatite est tout à fait décomposée et friable, elle contient en abondance de la tourmaline zonée brune et jaune plus ou moins clair, puis de la tourmaline rose violacé. On a aussi tout récemment trouvé dans cette tranchée beaucoup de béryl rose qui présente tous les caractères de celui rencontré à la taille A et qui paraît même ici avoir été plus abondant.

Attaque C. — Elle se trouve sur le flanc Sud-Est de la pyramide de Tsilaisina et un peu au-dessous de la crête (phot. n° 36). Sur celle-ci, au col même, on voit affleurer dans les quartzites un gros filon de pegmatite dure qui n'a pas fait l'objet d'une exploitation et qui est peut-être le même que celui rencontré par C. L'attaque consiste en une très courte tranchée faite en entrée dans la veine de pegmatite.

Le front de taille est tout entier resté dans celle-ci; on voit cependant assez nettement le toit et le mur formés par des quartzites complètement décomposées et par de la terre. La pegmatite est grossièrement litée, les bancs plongent au Sud-Ouest. Elle est très feldspathique, à gros élements et sans mica; par place ses minéraux constitutifs sont gigantesques. Le feldspath y prédomine, le quartz est plutôt rare. Cette pegmatite est exceptionnellement riche en gros prismes de tourmaline noire qui y sont nettement gîtés. On y trouve également de la tourmaline zonée en cristaux striés dont le centre est de couleur verdâtre et la bordure rose violacé. Ces cristaux sont généralement opaques ou translucides, il existe également de la rubellite, d'une jolie teinte rose; le grenat et le béryl rose n'ont présentement pas encore été rencontrés dans ce filon qui n'a d'ailleurs nullement été exploité mais simplement découvert.

Attaque D et tranchée F. — Sous le sommet même de la pyramide de Tsilaisina se trouve une petite attaque désignée par D (phot. n° 35). C'est un simple grattage superficiel ayant mis à jour un affleurement de pegmatite dure et tourmalinifère qui appartient à un filon sans doute épais. Il passe certainement à l'Ouest de celui ou ceux qui affleurent au col et à la taille C.

Un peu à l'Est de cette attaque et au-dessous, il existe une tranchée E faite sur une dizaine de mètres normalement à la direction des couches, celle-ci n'a recoupé que des quartzites décomposées en bancs presque verticaux.

Attaque F. — C'est la plus basse et aussi la plus considérable de toutes celles de Tsilaisina. La tranchée se trouve à une vingtaine de mètres au-dessus du torrent Analalava; c'est une assez grande excavation tout à fait irrégulière, d'où on a exploité et extrait une pegmatite complètement décomposée dont il est difficile de

discerner les relations avec le milieu encaissant par le fait du bouleversement du sol et surtout de l'entassement des déblais qui ont été rejetés un peu partout sans discernement. Au premier abord, nous pensions qu'il s'agissait d'un gros filon-couche ayant la direction habituelle de ceux de la région, mais nous avons dû abandonner cette idée. En effet, le front de taille de la première cavité est dans la pegmatite et celui d'une deuxième cavité située tout près de la première, mais un peu plus haut, se trouve dans les mêmes conditions. En tenant compte des positions respectives de ces deux cavités et en admettant pour le filon une orientatiou conforme à celle généralement observée, ce dernier aurait une épaisseur tout à fait inaccoutumée. De plus, sur l'un des fronts de taille il existe un sillon profond et étroit qui permet de constater que la pegmatite ne se continue pas à l'avancement, mais qu'elle entre en contact avec des quartzites qui forment ici un véritable mur. Ceci montre qu'en avançant les travaux dans la direction où ils ont été poussés jusqu'à ce jour, on arriverait rapidement sur les quartzites.

Immédiatement au-dessous de l'attaque, la pegmatite affleure sur la pente jusqu'au bord du ruisseau d'Analalava sur une assez grande surface, mais il est évident que cet affleurement n'est point celui d'un filon-couche qui suivrait la direction générale. Nous pensons qu'il s'agit ici d'un filon orienté Est-Ouest, mais nous n'avançons cette opinion que sous toutes réserves vu l'état des lieux.

La pegmatite de l'attaque F semble avoir été très riche en tourmaline polychrome; elle est décomposée et renferme du mica noir. On y voit de gros prismes de tourmaline zonée jaune et brune avec bordure rose pâle.

§ 4. *Le gisement de Tsimanaharana.*

Cette pyramide qui fait suite à Tsilaisina vers le Sud, est encore peu connue; nous y sommes montés par le flanc Sud-Est après avoir traversé le torrent d'Akoutra. Sur la rive droite de ce torrent, on trouve de nombreux blocs de pegmatite provenant d'un filon qui affleure à flanc de coteau sur une assez grande longueur et sur des pentes fort raides. A mi-hauteur, on a fait une petite fouille, sorte d'excavation de un mètre de côté, qui est tombée à côté du filon; on n'a pas poursuivi plus loin les travaux. Le filon lui-même est encaissé dans les quartzites et suit leur direction; la pegmatite est blanche, dure et à gros éléments, elle est riche en tourmaline noire et surtout en grenat jaune qui est assez gros et transparent.

Le sommet de Tsimanaharana est en quartzites; en descendant au flanc Sud-Ouest et à 15 mètres au-dessous de ce sommet, on croise une attaque qui consiste en un trou vertical de 10 mètres de profondeur sur 5 de large, et en une petite tran-

chée qui mesure 5 mètres de longueur sur 1 m. 50 de large et qui aboutit au fond de cette cavité. La majeure partie de l'attaque est restée dans les quartzites en place, la veine n'a, en effet, été découverte que sur une hauteur de 2 mètres. Celle-ci est un filon-couche intercalé parallèlement à leur direction dans les quartzites développées au toit et au mur. L'examen détaillé des lieux montre clairement que le filon n'a dû affleurer en surface que sur un espace très restreint, car il est en grande partie encore recouvert par les quartzites à l'intérieur desquelles il s'est perdu (fig. nº 31) sans arriver au jour. Il mesure 3 mètres d'épaisseur et paraît s'élargir vers le bas. Cette observation montre qu'il peut y avoir de nombreux filons qui restent en profondeur, et dont l'existence ne peut être soupçonnée faute d'affleurements. La pegmatite de ce filon est à gros éléments et toujours très kaolinisée, elle est surchargée de tourmaline noire. Nous n'y avons pas vu de rubellite, mais par contre beaucoup de grenat qui est en partie opaque.

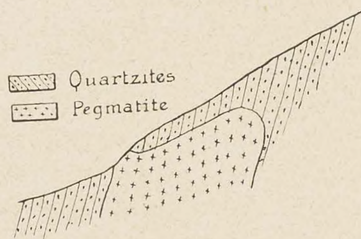


Fig. nº 31.
Disposition du filon à Tsimanaharana.

Nous avons parcouru également la pyramide de Tsaratanana, mais il n'existe sur celle-ci ni fouille ni tranchée, et nous n'avons pu voir aucun affleurement de pegmatite.

§ 5. *Le gisement d'Antandrokomby.*

Ce gisement, qui appartient à la Société Nantaise, se trouve au milieu des cipolins et sur la rive gauche de la Manandona; il a été sommairement décrit par M. Lacroix, sur les renseignements qui lui ont été communiqués [1]. Il consiste en plusieurs filons parallèles, reconnus sur une assez grande longueur par divers travaux. Celui que nous avons visité et qui a fait l'objet d'une exploitation assez considérable, est encaissé dans les cipolins. Les couches de ces derniers sont dirigées à peu près Nord 20° Ouest, avec plongement de 50-60° au Sud-Ouest; la direction du filon est en moyenne Est-Ouest; il n'est pas vertical, mais plonge d'environ 58° vers le Nord. Au toit et au mur la pegmatite est encaissée dans des cipolins blancs et friables, plus ou moins profondément métamorphosés et zébrés de lignes foncées. La veine est en général assez étroite; son épaisseur varie entre 0 m. 30 et 1 m. 30; elle présente des renflements et des parties étranglées qui alternent, et se comportent, en somme, comme les filons-couches habituels. Les travaux d'extraction faits sur

[1] A. Lacroix, *Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline lithique de Madagascar.* Bulletin de la Société française de minéralogie, t. 31, 1908, p. 219.

ce filon s'échelonnent, presque sans interruption sur plus de 200 mètres et consistent en une série de tranchées, parfois assez profondes, qui ont suivi sa direction. Vers l'Ouest, la veine se rétrécit progressivement et vient finir en pointe dans les cipolins comme l'indique la fig. nº 32, relevée sur la tranchée même.

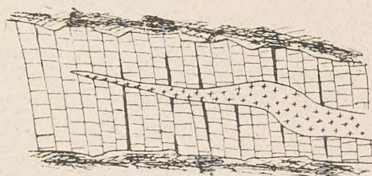


Fig. nº 32.
Vue en plan de la terminaison du filon d'Antandrokomby vers l'Ouest.

La pegmatite est compacte, blanche, dure et ressemble à celle d'Antsongombato. Elle renferme beaucoup de tourmaline noire, un peu de tourmaline brune et de la rubellite d'un rouge violacé. Les beaux cristaux de cette rubellite se trouvent généralement dans des cryptes ; ils sont souvent zonés et très semblables, comme aspect, à ceux d'Antsongombato, mais de moins belle couleur. On trouve aussi dans la pegmatite du triphane opaque ; M. Lacroix y a signalé également la présence de la Rhodizite et d'autres minéraux rares.

§ 6. *Les gisements des environs de Maharitra, dans la vallée de la Sahatany.*

Les exploitations de la Société Nantaise sur la haute vallée de la Sahatany se trouvent dans les collines qui dominent le lit de la rivière et sur les deux rives de celle-ci, cependant, les plus importantes sont placées sur la rive droite. Nous ne les avons pas toutes visitées et nous sommes bornés à examiner seulement les endroits où l'on travaillait au moment de notre passage, notamment la carrière dite du milieu, qui se trouve tout près du village, à 50 mètres environ au-dessus de la vallée, et à flanc de coteau sur le versant Est de la montagne d'Ilapa. On exploite en cet endroit un gros filon de pegmatite intercalé dans les cipolins qui affleurent *in situ* à quelques mètres du toit et du mur. La direction des cipolins, qui sont blancs et compacts, est Nord 20° Ouest, le plongement de 30° environ au Sud-Ouest. Aucune tranchée n'a été faite normalement à la direction du filon pour se rendre compte de son épaisseur, mais il est certain que celle-ci est fort considérable, fig. nº 33.

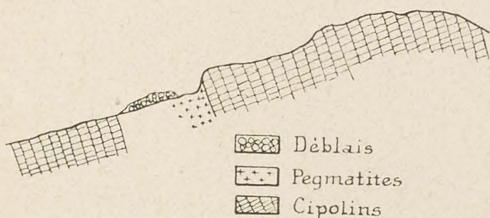


Fig. nº 33.
Profil à travers la carrière du milieu de Maharitra montrant la disposition du filon.

La pegmatite est à éléments assez grands ; elle est surchargée de tourmaline noire ; sur le front de taille on ne voit pas de rubellite rouge, mais on trouve

fréquemment dans le kaolin qu'on extrait de cette excavation de gros cristaux de tourmaline rose circonscrits par une mince zone de tourmaline vert asperge; on rencontre aussi quelques spécimens de couleur foncée, mais ils sont rares, puis beaucoup de tourmaline fibreuse de couleur très pâle rose ou grise. C'est de cette carrière que l'on a sorti le plus de pierres; certains fours à cristaux ont donné jusqu'à 16 kilos de rubellite rose ou jaunâtre, mais pas de belles pierres rouges. On a extrait également de cette pegmatite un peu de triphane et de béryl rose ou incolore, aplati selon (0001); puis beaucoup de gros cristaux de grenat, qui sont toujours absolument décomposés et inutilisables.

A 10 mètres au Nord de l'attaque on voit affleurer le filon qui est ici formé par de la pegmatite compacte; il descend sur la vallée. Les cipolins au toit et au mur sont blancs et cristallins. A une vingtaine de mètres plus au Nord se trouve une seconde énorme excavation faite évidemment toujours sur le même filon. Sur le côté Nord-Ouest de celle-ci, les travaux touchent déjà le mur, qui est en cipolin; du côté Sud-Ouest, le filon semble s'emboîter sous ces roches et disparaît dès lors de la surface (phot. n° 37). Le filon avait une très grande largeur en cet endroit, et la pegmatite y est identique à celle de l'excavation précédente. On a certainement sorti de cette carrière plus de 1200 mètres cubes de pegmatite et de cipolin.

En descendant sur la vallée de la Sahatany, venant d'Antsongombato, nous avons croisé une seconde attaque située tout près du contact des cipolins avec le granit. Celle-ci, qui se trouve au-dessus et à l'Ouest de la carrière du milieu, a été faite sur un dyke de pegmatite qui perce, disloque et empâte une roche verte assez semblable à certaines variétés de cipolins d'Antsongombato. Cette pegmatite affleurait dans une sorte de ravin dû à une érosion locale.

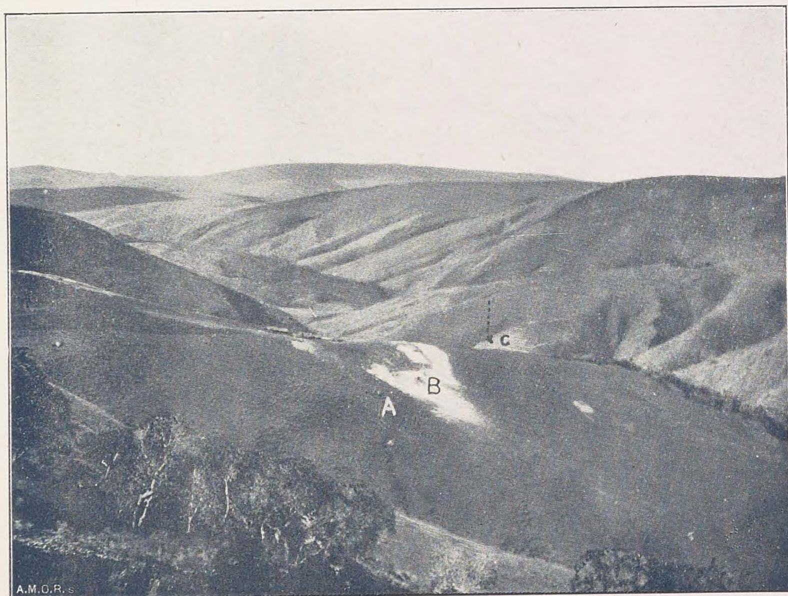
Les travaux faits en cet endroit sont également assez considérables, mais un peu incohérents, et il n'est pas aisé de se faire une opinion sur la direction du ou des filons qui affleuraient. La pegmatite est blanche, d'un grain moyen et criblée de gros prismes de tourmaline noire. Nous n'y avons vu aucun indice de rubellite et nous avons vainement cherché des débris de ce minéral dans les déblais; il paraît cependant qu'on a extrait de cette attaque quelques énormes et superbes prismes de tourmaline rouge admirablement cristallisée.

A dix mètres de là, et plus à l'Est, on peut observer une nouvelle attaque faite sur un filon de pegmatite qui mesure 2 m. 15 d'épaisseur; le filon est ici nettement oblique sur la direction des couches de cipolin. On ne paraît pas y avoir rencontré de rubellite mais seulement à ce qu'il paraît, du béryl rose.

A une petite distance de cette taille il existe encore une fouille, mais nous n'avons pas pu visiter les travaux; on nous a dit qu'il n'y avait pas de rubellite, mais seulement du béryl rose ou incolore en cristaux tabulaires.



Phot. n° 37. — Vue de la carrière du milieu de la Société Nantaise, dans la vallée de la Sahatany.



Phot. n° 38. — Vue de la crête A dans laquelle se trouve le gisement de Sahanivotry. — En B, déblais des grands travaux ; en C, vallée.

La Société Nantaise a encore exploité d'autres filons dans la vallée de la Sahatany, notamment dans la colline de Tompobohitra, à Ambohiponana, sur le flanc occidental de l'Ibity, puis à Ambalaroï et Anosivolo, dans la vallée de la Sahatany, au Nord-Ouest de Maharitra, mais nous ne les avons pas visités. La description des minéraux qu'on y trouve dans les pegmatites a été donnée par M. Lacroix.

Au Sud de Maharitra, et toujours dans la même zone, se trouvent d'autres gisements de pegmatite qui appartiennent à la Société des pierres et métaux précieux. Le principal de ces gisements se trouve au Nord de la montagne de Vohidahy, sur la rive droite de la Sahatany, à flanc de coteau et près du sommet de cette montagne. Le filon de pegmatite qu'on y a exploité est dirigé Est-Ouest et ne traverse pas les cipolins, mais les micaschistes supérieurs aux quartzites. La veine mesure 3 mètres d'épaisseur, la pegmatite est toujours kaolinisée et sans mica; elle renferme, d'après les renseignements qui nous ont été communiqués, beaucoup de tourmaline noire, de la tourmaline polychrome et du béryl.

A deux kilomètres au Sud de Vohidahy, et toujours sur la rive droite de la Sahatany, la dite Société possède encore trois filons parallèles, dirigés également Est-Ouest, et distants les uns des autres d'une centaine de mètres. Nous n'avons pas vu ces différents filons et donnons ces indications d'après les renseignements qui nous ont été fournis.

CHAPITRE VI

Description des gisements de pegmatite. Les gisements de Sahanivotry, de Sakalina et de Marorano.

§ 1. Géologie de la région qui avoisine Sahanivotry. — § 2. Le gisement de Sahanivotry. — § 3. Le gisement de Sakalina. — § 4. Le gisement de Marorano.

§ 1. *Géologie de la région qui avoisine Sahanivotry.*

Nous nous sommes rendus de Tsilaisina à Sahanivotry en traversant la chaîne de l'Ibity. Une partie du chemin sur le flanc occidental de la montagne a été faite de nuit, mais nous avions antérieurement constaté que les quartzites qui forment ce flanc, plongent à l'Ouest. Au sommet de la montagne ces mêmes quartzites plongent à l'Est, et il est aisé de voir que l'Ibity forme une voûte anticlinale régulièrement déjetée vers l'Est comme de coutume. Tout le flanc oriental de la chaîne est formé par les quartzites, puis par une bande assez mince de micaschistes. A ces derniers succède, toujours vers l'Est, une zone granitique, qui forme la montagne de Vohimasina et arrive jusqu'à la vallée de la Manandona. Ce granit, toujours très décomposé, est à grain moyen et à mica noir. A l'Est de la vallée, des schistes gra-

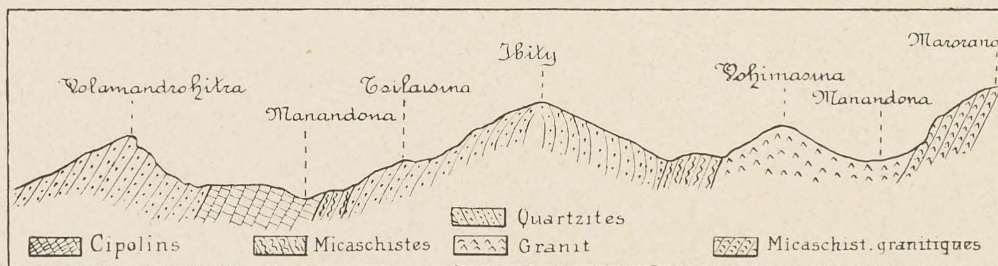


Fig. n° 34.
Profil de l'Ibity à Marorano.

nitisés font suite au granit et forment la montagne de Marorano; c'est dans cette zone que se trouvent les gisements de Sahanivotry. La fig. n° 34 donne le profil de la région.

Pour gagner ce gisement depuis la vallée de la Manandona on monte sur la pente ouest de la montagne d'Ambohimanitina qui s'élève sur la rive gauche de la Manandona, on traverse cette montagne, puis on arrive sur un éperon rocheux qui en est séparé par un ravin transversal. C'est dans cet éperon que se trouve le dyke de pegmatite qui constitue le gisement.

Les travaux faits sur celui-ci ont toujours eu comme point de départ de gros affleurements de quartz rose qui, sur plus de 120 mètres, se montrent d'une façon continue. Tous ces affleurements appartiennent évidemment à un seul et même filon qui forme la crête A visible sur la phot. n° 38. Cette crête est encaissée du côté de l'Est par des roches amphiboliques qui sont nettement éruptives, et formées par du pyroxène rhombique, de l'olivine et un peu de biotite, dispersés dans une masse d'origine secondaire, qui provient certainement de la décomposition d'un plagioclase dont on trouve encore quelques rares sections mâclées selon l'albite. Ces roches sont donc des norites à olivine; elles sont en partie écrasées et très dynamométamorphiques. Du côté de l'Ouest les affleurements font défaut, cependant il est probable qu'on doit rencontrer les mêmes roches. Tous les grattages et excavations qui ont été exécutés sur ce filon sont restés en pleine pegmatite; nulle part par conséquent on ne peut voir le toit ou le mur, mais la position même de ces attaques et leur importance prouvent qu'il s'agit ici d'un dyke massif de pegmatite d'une puissance tout à fait inaccoutumée.

§ 2. *Le gisement de Sahanivotry.*

Les parties du dyke qui ont fait l'objet d'une exploitation se trouvent au Nord et au Sud des quelques huttes qui constituent le village; nous allons les énumérer pour faire comprendre l'importance de ce filon. Ils consistent en :

1° Un puits vertical A de 3 mètres de profondeur, qui est resté en pleine pegmatite (fig. n° 35).

2° Une grande tranchée B à quelques mètres de ce puits et plus au sud. Elle est à peu près orientée Nord-Est Sud-Ouest et a une profondeur qui varie de 3 à 5 mètres. A l'une des extrémités en B^1 se trouvent deux attaques perpendiculaires qui mesurent plus de 6 mètres de longueur.

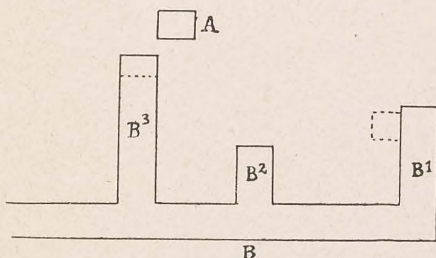


Fig. n° 35.
Plan des travaux de Sahanivotry.

Dans cette tranchée on a creusé un puits de 3 mètres du fond duquel part une courte galerie qui suit parallèlement la tranchée. A 8 mètres environ de B, s'ouvre

une autre galerie de 3 mètres, soit B^2, puis à 4 mètres de là une nouvelle tranchée plus ou moins normale sur B soit B_3 qui aboutit à un puits de 5 mètres de profondeur. Au delà de B_3 la tranchée B se continue, mais n'est qu'un simple grattage. La longueur totale de B est de 22 mètres au moins.

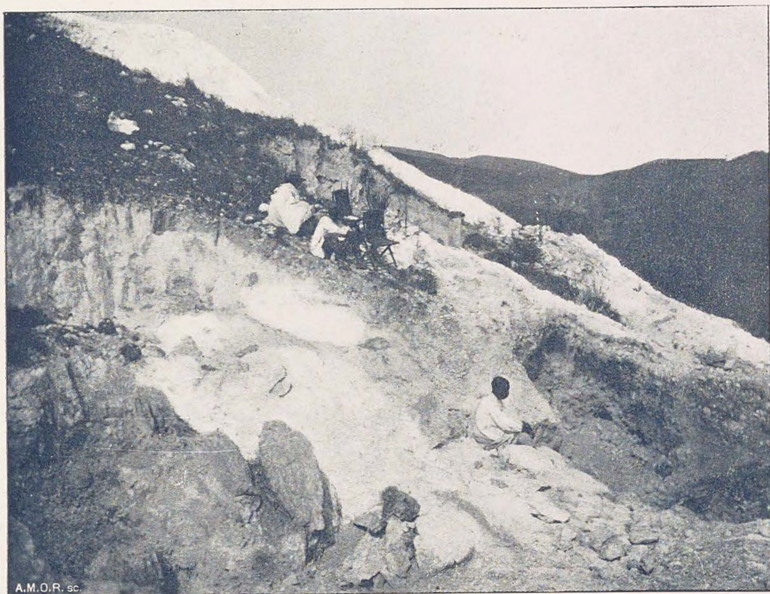
Tous ces travaux sont restés en pleine pegmatite. Celle-ci est fortement décomposée mais sur les belles tailles de ces tranchées on voit admirablement sa structure. Elle est à éléments énormes, mais le feldspath est entièrement kaolinisé. Par contre les gros individus de quartz rose restent indemnes et apparaissent empâtés dans le kaolin. Dans le feldspath décomposé et plus rarement dans le quartz, on voit d'énormes prismes de tourmaline noire altérée qui pèsent plusieurs kilogs. Comme la tranchée B est orientée sensiblement perpendiculairement à la direction du dyke, qu'elle mesure plus de 22 mètres, et de plus qu'elle est restée en pleine pegmatite, on juge aisément de la puissance de ce filon.

A l'extrémité Ouest de B se trouve encore une large attaque formant deux cavités irrégulières assez vastes (B_4 et B_5) qui sont également restées en pleine pegmatite, et sont placées obliquement par rapport à la direction du filon (phot. nº 39). Partout sur les parois de ces cavités la pegmatite est décomposée et renferme beaucoup de tourmaline noire. Dans la cavité B_5 on a fait exécuter tout récemment une tranchée de 10 à 12 mètres de longueur sur 8 de profondeur environ; elle est aussi entièrement restée dans la pegmatite décomposée, mais celle-ci renferme en cet endroit une assez grosse quantité de Béryl. Ce minéral qui se présente en prismes hexagonaux ayant jusqu'à 20 centimètres de hauteur et 7 de base, est malheureusement presque complètement kaolinisé. Dans quelques-uns de ces cristaux on trouve cependant des parties vitreuses translucides d'un bleu verdâtre.

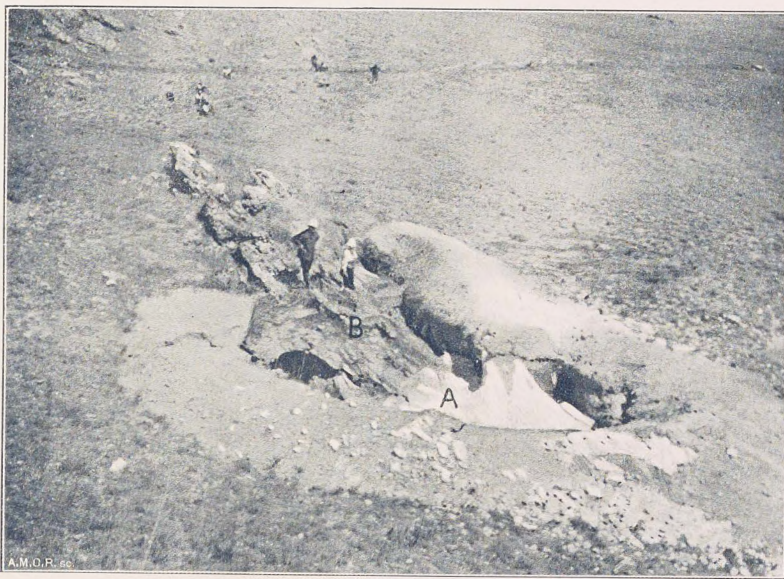
Il existe encore sur ce filon une série d'autres attaques moins importantes échelonnées sur une assez grande surface; toutes ont rencontré la pegmatite décomposée, ou des amas plus ou moins considérables de quartz rose.

§ 3. *Le gisement de Sakalina.*

Pour gagner ce gisement on remonte sur deux kilomètres environ le cours de la rivière Marorano en marchant au Sud-Est. Le filon se trouve sur la rive droite, et affleure à flanc de coteau sur les pentes d'une colline. Il est orienté presque Nord-Sud et encaissé par des gneiss granulitiques dirigés NNE.-SSO. avec plongement à l'Ouest (fig. nº 36). Ce filon paraît se continuer par des affleurements que l'on voit au Sud-Est.



Phot. n° 39. — Vue des cavités B_4 et B_5 de l'attaque de Sahanivotry.



Phot. n° 40. — Vue plongeante montrant l'allure transversale du filon de pegmatite A dans les cipolins B sur la tranchée n° 3.

En surface on trouve exclusivement du quartz rose d'une teinte incomparable. La veine qui fait saillie, mesure plus de 15 mètres d'épaisseur ; elle n'a pas été exploitée, on s'est borné à enlever simplement quelques mètres cubes de ce quartz, le plus beau que nous ayons vu à Madagascar. Nulle part nous n'avons observé la pegmatite en place et l'on pourrait supposer que le filon de Sakalina est purement quartzeux, mais il n'en est rien et en tenant compte de ce que l'on voit ailleurs, il paraît certain que cette pegmatite doit se trouver sous le quartz. On a d'ailleurs rencontré quelques cristaux de béryl encastrés dans ce quartz, nous n'y avons pas vu de tourmaline. Le béryl était comme toujours kaolinisé mais renfermait encore quelques parties indemnes d'un bleu clair assez joli.

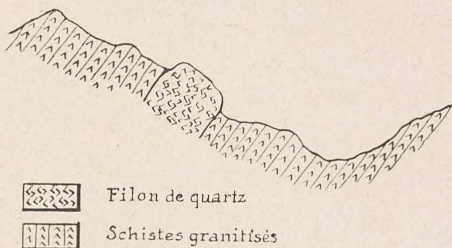


Fig. n° 36.
Profil à travers le filon de Sakalina.

§ 4. *Le gisement de Marorano.*

Il se trouve sur le sommet de la montagne du même nom, sur la rive gauche de la rivière Sakalina, et à 1 kilom. au Nord-Est de Sahanivotry. Il consiste en une simple fouille faite sur un affleurement de pegmatite fortement décomposée. La tranchée qui mesure 7 mètres au plus, reste entièrement dans cette pegmatite qui, par places, présente une structure graphique. La direction de cette tranchée est sensiblement Nord 20° Est; on ne voit ni toit ni mûr, car aux alentours le sol est complètement latéritisé. Cependant tout près de l'attaque, on trouve une grande dalle en place de gneiss granulitique qui plonge de 35° à l'OOS. Il est donc probable que la pegmatite se trouve encaissée dans des schistes granulitisés qui sont, dans la région, dirigés généralement NNO.-SSE. De la fouille de Marorano on a retiré quelques prismes kaolinisés de béryl.

CHAPITRE VII

Description des gisements de pegmatite. Les gisements de Tongafena et d'Ambohimarina.

§ 1. Le gisement de Tongafena. — § 2. Les gisements des environs d'Ambohimarina et d'Antanibe.

§ 1. *Le gisement de Tongafena.*

Ce gisement se trouve à une trentaine de kilomètres au Nord-Ouest de Mandrarivo. Nous y sommes parvenus depuis cette dernière localité en marchant directement au NNO., puis en obliquant légèrement à l'Ouest. On passe au pied même du volcan de Tritriv, et chemin faisant, on a une vue admirable sur les cônes en partie démantelés de la région qui se trouve un peu au Nord, sur le Bétafo. Le gisement est situé sur une petite colline placée à peu près au Nord-Ouest de la montagne de Tongafena formée par des quartzites du type habituel plongeant à l'Ouest. La colline elle-même est constituée par les micaschistes, mais près des filons de pegmatite et en contact avec elle on voit des roches de nature amphibolique, qui sont éruptives et appartiennent à la famille des gabbros. Sous le microscope elles sont en effet formées par des pyroxènes monocliniques et orthorombiques (les premiers moulant les seconds), en partie ouralitisées et associées à du plagioclase basique de la série du labrador.

La pegmatite a été attaquée et exploitée par deux énormes cavités faites à ciel ouvert, avec tranchées d'accès, qui sont distantes l'une de l'autre d'une quinzaine de mètres environ. Ces cavités sont tout à fait irrégulières et au début il n'est pas très aisé de s'orienter; à première vue cependant on a l'impression de se trouver en présence d'une grosse masse de pegmatite, cette roche affleure en effet presque partout sur les parois et sur les points où le sol n'est pas couvert par les déblais. Au début, nous avions pensé qu'il s'agissait d'un énorme dyke de pegmatite, comparable à celui de Sahanivotry par exemple, qui aurait pénétré à l'emporte pièce et d'une façon tout à fait irrégulière dans les formations; mais un examen minutieux du terrain nous a fait abandonner cette idée et en raccordant les observations

faites sur les deux attaques, nous sommes arrivés à penser qu'il s'agissait en réalité fort probablement de trois gros filons plus ou moins parallèles, qui auraient été attaqués et en partie suivis par les deux cavités. Celui qui se trouve le plus à l'Est et que nous appellerons N° 1 a été atteint par la cavité la plus orientale; les deux autres désignés par N° 2 et N° 3, ont été rencontrés par la cavité de l'Ouest sur le bord occidental de laquelle on peut relever l'intéressant profil reproduit par la fig. n° 37.

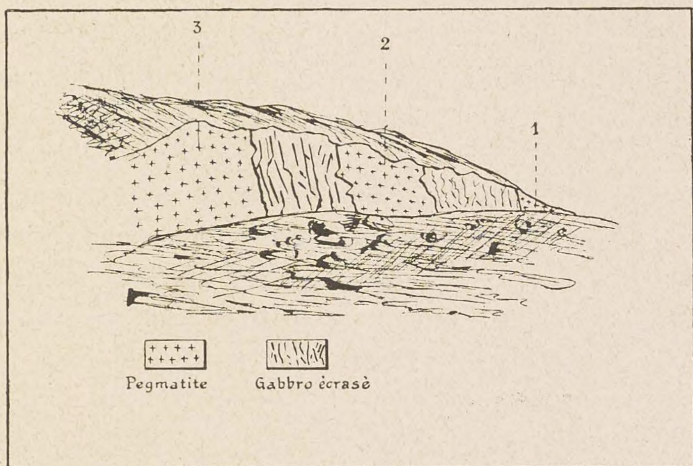


Fig. n° 37.
Vue des filons de Tongafena sur le bord occidental de la cavité de l'Ouest.

Nous ne pouvons exactement évaluer la puissance du premier de ces filons, mais elle est certainement de plusieurs mètres; le filon N° 2 a au moins 10 mètres d'épaisseur, il paraît d'ailleurs s'élargir en profondeur; quant au filon N° 3 il mesure environ 15 mètres, et occupe tout le front d'avancement de la cavité de l'Ouest, qui l'a coupé obliquement. La direction de ces filons est assez difficile à préciser, elle nous a semblé coïncider plus ou moins avec celle de la grande tranchée d'accès de la cavité de l'Est, et être à peu près Nord-Ouest Sud-Est.

La pegmatite qui forme ces différents filons est à gros éléments, par places même à éléments gigantesques; le quartz paraît s'y être ségrégé localement, car on y trouve d'énormes amas de ce minéral qui est de couleur rose.

En cours d'exploitation on a extrait des tonnes de ce quartz, qui est accumulé en tas près des cavités; le mica s'y trouve sporadiquement. Cette pegmatite renferme comme d'habitude des cryptes ou fours à cristaux dans lesquels on rencontre de gros individus de quartz gris analogues à ceux d'Antaboko; elle est partout fort décomposée et friable. Le béryl s'y trouve en prismes de dimensions fort variables; certains cristaux mesurent quelques centimètres à peine, d'autres pèsent plusieurs kilogrammes. Ce béryl est comme toujours, presqu'entièrement kaolinisé, cependant à l'intérieur de certains cristaux on a parfois des régions encore saines qui forment la pierre marchande. Le béryl de Tongafena est bleu foncé, avec une pointe de noir, il ressemble beaucoup à celui d'Antaboko; on a extrait jusqu'ici de ce gisement 25 kilogrammes de pierres égrisées d'assez jolie eau.

§ 2. *Les gisements des environs d'Ambohimarina et d'Antanibé.*

Ces gisements se trouvent à 11 $^{1}/_{2}$ kilomètres d'Antsirabé ; on y parvient depuis cette localité en suivant la route qui la relie à Bétafo.

Le premier de ces gisements est situé à flanc de coteau, à 30 mètres au-dessus de la route, au flanc Sud-Est d'une colline. C'est une attaque faite sur un affleurement de quartz blanc, laiteux, signe précurseur d'un filon de pegmatite. L'affleurement a été découpé sur une dizaine de mètres, le quartz surgit au milieu d'une latérite qui provient de la décomposition d'une roche granitique ou gneissique. Autant qu'il est permis d'en juger par les affleurements le filon serait orienté Nord 10° Ouest. Dans le quartz on a trouvé un gros cristal kaolinisé de béryl. Les travaux n'ont pas été poussés plus loin.

Le deuxième gisement se trouve sur le flanc Nord-Ouest de la même colline, il a fait l'objet d'une petite exploitation. C'était au début un filon de quartz qui affleurait en deux points au milieu de la latérite, mais au-dessous du quartz on a trouvé la pegmatite. Ce filon a été suivi en direction par une tranchée sur une quinzaine de mètres, après avoir enlevé la latérite qui le recouvrait partiellement. La veine de pegmatite mesure 3 à 4 mètres d'épaisseur, elle paraît être presque verticale et encaissée aux salbandes par de la latérite rougeâtre ; sa direction est Nord 10° Est. La pegmatite est à éléments gigantesques, elle contenait beaucoup de béryl associé au quartz ou au feldspath. Ce béryl en cristaux énormes pesant jusqu'à 30 kilogs, est entièrement kaolinisé, certains cristaux renferment cependant de petites plages qui sont indemnes et qui ont fourni les pierres marchandes extraites de ce gisement. L'aigue-marine était d'une jolie couleur bleu-pâle.

CHAPITRE VIII

Description des gisements de pegmatite. Les gisements d'Ambondromani.

§ 1. Géologie de la région voisine d'Ambondromani. — § 2. Le gisement de Fiérénana. § 3. Le gisement d'Ambondromani.

§ 1. *Géologie de la région voisine d'Ambondromani.*

Les gisements d'Ambondromani sont situés au Sud-Ouest d'Ambositra et à une assez grande distance de cette localité. Pour s'y rendre depuis Antsirabé, on suit d'abord la grande route qui relie cette localité à Ambositra et qui traverse presque sans discontinuer des affleurements granitiques, puis ensuite celle d'Ambositra à Fianar sur quelques kilomètres seulement. On marche ensuite dans la direction du Sud-Ouest pour gagner le village d'Ambohimazo. La route n'offre rien d'intéressant, on chemine presque constamment dans le granit. Depuis Ambohimazo on suit toujours la même direction sans quitter le granit, puis on traverse une chaîne de quartzites suivie d'une seconde zone granitique qui occupe la large vallée où se trouve le village d'Itey, près duquel il existe quelques exploitations d'or.

On gravit ensuite une chaîne de quartzites sur laquelle les couches plongent d'abord à l'Ouest et ensuite à l'Est, puis on traverse une nouvelle zone granitique qui forme une région plus basse et légèrement accidentée, et enfin une dernière chaîne de quartzites appelée Androanambéro, sur laquelle les couches plongent à

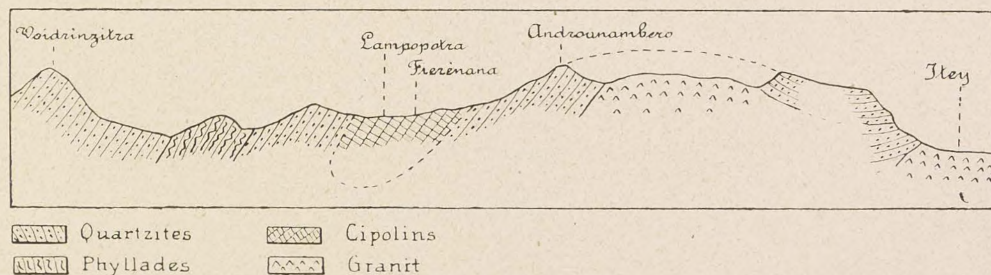


Fig. nº 38.
Profil par la région de Fiérénana.

l'Ouest. Depuis la crête de cette chaîne on descend dans la vallée de Lampopotra ou Isira où se trouve le village de Fiérénana. Dans cette vallée, et déjà à la base du flanc occidental d'Androanambéro, on observe des cipolins identiques à

ceux d'Antsongombato et de Tsilaisina, qui sont également encaissés par des quartzites plus à l'Ouest, et forment une bande bien individualisée. Ces cipolins plongent comme les quartzites au Sud-Ouest. La fig. nº 38 rend compte de la disposition géologique que nous avons observée.

§ 2. *Le gisement de Fiérénana.*

Ce gisement se trouve à une assez faible distance du contact des quartzites avec les cipolins au flanc Ouest d'Androanambéro, dans les petites collines voisines de ce contact et à 250 mètres environ à l'Est du village; il consiste en un véritable filon de pegmatite qui est encaissé dans les cipolins, et presque normal à leur direction. Les bancs des cipolins sont en effet dirigés Nord 20° Ouest et plongent de 40-50° au Sud-Ouest, tandis que le filon est en moyenne orienté Est 10° Sud, il n'est d'ailleurs pas vertical mais semble incliné vers le Nord de 60° à peu près.

Les cipolins se présentent dans le voisinage de la veine en bancs lités de 0,25 à 0,60 d'épaisseur, ils sont blancs, compacts et cristallins.

Le filon a été attaqué sur plusieurs points par des petites tranchées, mais l'ensemble des travaux est peu important et ceux-ci ont sans doute été entrepris bien plus dans le but de reconnaître le filon que dans celui de l'exploiter; nous examinerons sommairement chaque tranchée séparément.

Attaque Nº 1. C'est celle qui se trouve le plus à l'Ouest. C'est un puits de 2m,5 × 1m,5 et de 1 mètre de profondeur qui a mis à nu la pegmatite sans l'exploiter.

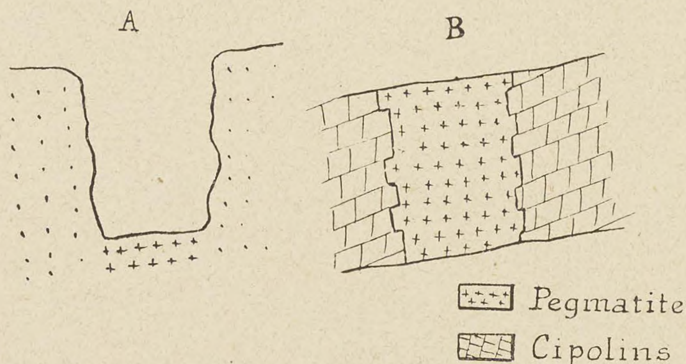


Fig. nº 39.
Vue de l'attaque nº 2 de Fiérénana.

Attaque Nº 2. Elle se trouve à 4 mètres à l'Est de la précédente, sa longueur est de 6 mètres, sa largeur de 2 et sa profondeur de 2 également. Elle a, sur toute sa longueur, mis à nu le filon de la pegmatite qui mesure ici 1m,5 de puissance (fig. nº 39 A et B). Cette pegmatite est compacte, à gros éléments, et très feldspathique.

Elle renferme de grandes lamelles de mica blanc, de la tourmaline noire et des cristaux de rubellite rose opaque d'assez grande taille.

Attaque N° 3. Elle se trouve à 7 ou 8 mètres de la précédente, et toujours plus à l'Ouest, elle est représentée sur la photo N° 40. Cette attaque montre clairement le véritable caractère du filon qui mesure presque 2 mètres d'épaisseur. Sur la tranchée, on voit en effet les cipolins qui sont dirigés Nord 20° Ouest et plongent de 45° au Sud-Ouest, coupés transversalement par la veine de pegmatite. Celle-ci est dure et compacte, elle renferme du mica blanc en grandes lamelles, puis de la tourmaline noire en abondance. On y trouve également des gros cristaux zonés de couleur brune ou jaune, avec bordure mince de couleur rose, qui est tantôt opaque tantôt transparente. Ces tourmalines zonées sont très abondantes dans les déblais.

Attaques N° 4 et 5. Ce sont deux excavations placées à 10 mètres à l'Ouest de la tranchée N° 3, elles ont manqué le filon qui se trouve plus au sud.

Attaque N° 6. Elle se trouve à 10 mètres à l'Ouest du N° 5, c'est une longue tranchée de 6 mètres, qui a rencontré ici une pegmatite complètement décomposée et friable (ce qui montre que le caractère de cette roche peut varier dans un même filon). La tranchée a 3 mètres de profondeur et 1 mètre de large, elle est entièrement restée dans la pegmatite. Celle-ci renferme également beaucoup de mica blanc, de la tourmaline noire et des rubellites zonées de couleur pâle.

Tout près du village de Fiérénana et un peu plus à l'Ouest, se trouve une attaque en plein champ qui a découvert un filon de pegmatite lequel est probablement le prolongement de celui rencontré par les attaques précédentes, car il s'aligne exactement avec elles. La tranchée qui mesure 12 mètres de long sur $1^{m},50$ de large et 3 de profondeur, a suivi le filon en direction; celui-ci mesure plus de 1 mètre d'épaisseur. L'orientation de la tranchée est sensiblement Est-Ouest; la pegmatite qu'elle a découverte est décomposée mais encore dure, elle renferme de la tourmaline noire, de la tourmaline vert-brunâtre zonée, puis de la rubellite rose pâle qui forme enveloppe.

§ 3. *Le gisement d'Ambondromani.*

Ce gisement se trouve un peu au Sud du précédent, à l'Est de la route d'Ambatofinandrahana à Fianar, et à l'Ouest d'une petite crête de quartzites désignée par A (figure n° 40) suivie par des micaschistes phylladéens. Ceux-ci qui sont en moyenne dirigés NNO.-SSE., ondulent légèrement; ils plongent comme les quartzites à l'Ouest mais sont très redressés. Le filon affleure à 15 mètres environ de la crête A et à l'Est de celle-ci; il a été dégagé sur une toute petite attaque qui mesure à peine 3 mètres. On ne peut voir ni toit ni mur, mais il est fort probable que la pegmatite

est ici dans les quartzites, car on trouve de petits blocs de ces roches à 4 mètres à l'Est de la tranchée, et les mêmes roches se rencontrent en place également, à 13 mètres à l'Ouest de celle-ci. Le contact des quartzites avec les cipolins passe

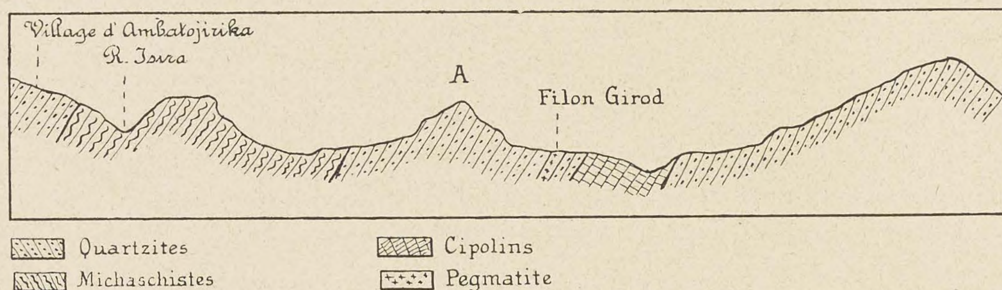


Fig. nº 40.
Profil par le gisement d'Ambondromani.

d'ailleurs à 80 mètres environ à l'Ouest de cette attaque. Faute d'affleurements plus considérables il est difficile de se faire une opinion sur le caractère de ce filon.

Il est probable cependant qu'il s'agit ici d'une veine intercalée parallèlement à la direction des couches. La pegmatite qui forme cette veine est encore assez fraîche et à éléments plutôt grossiers; elle ne renferme pas de mica, mais de la tourmaline noire et surtout beaucoup de tourmaline jaune ou brune, translucide zonée, et généralement enveloppée par une bordure de rubellite de couleur violacée. Nous avons aussi constaté la présence de petits cristaux bien formés de rubellite foncée qui ressemble à celle d'Antandrokomby.

Présentement il est impossible de dire exactement ce que vaut ce gisement; le filon n'est pas très puissant, il y a lieu de croire qu'il n'est pas très continu. Il n'est point impossible d'ailleurs de retrouver des filons analogues dans la région, mais il convient de remarquer que la zone des cipolins est très étroite en cet endroit et très resserrée, elle ne mesure en effet pas plus de 500 mètres. La rubellite d'Ambondromani est plus belle que celle de Fiérénana mais pas équivalente à celle d'Antsongombato. Nous ajouterons qu'il est fort intéressant et particulièrement suggestif de rencontrer les cipolins avec les filons de pegmatite, à une aussi grande distance au Sud des deux bandes sur lesquelles se trouvent les gisements de la Sahatany et d'Antsongombato; nous ne pouvons dire si ces cipolins sont la continuation ou la réapparition vers le Sud de l'une de ces deux bandes, car nous n'avons pas exploré la région intermédiaire qui les sépare; mais ce qu'il y a de certain, c'est que les formations qui renferment des filons de pegmatite sont fort étendues, et que les gemmes qu'on trouve dans ces pegmatites ont des caractères très analogues.

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION DES MINÉRAUX DES PEGMATITES

CHAPITRE IX

Les minéraux constitutifs des pegmatites.

§ 1. *Le microcline d'Antsongombato.*

Le microcline qui forme l'élément feldspathique de la pegmatite d'Antsongombato, est de couleur blanche ou grisâtre. Nous n'en avons jamais rencontré des cristaux nets; les gros individus associés au quartz et à la lépidolite sont informes et clivables suivant (001), moins facilement suivant (010). Les spécimens les plus frais ont un éclat vitreux, légèrement nacré sur le clivage (001); ils sont translucides sur des petites esquilles; les spécimens plus altérés sont de couleur blanchâtre.

Les propriétés optiques de ce microcline ont, de même que celles de l'amazonite d'Antaboko, été étudiées sur des séries de plaques orientées, taillées avec beaucoup de soin par la maison Steeg et Reuter; elles sont les suivantes :

Le plan des axes optiques est presque perpendiculaire à (010); la bissectrice aiguë est négative.

Sur (010) qui est légèrement oblique sur n_g, l'extinction se fait à $+ 4° 30'$ (oculaire Bertrand) de la trace de (001). La face (010) est lisse; elle présente d'épais filonnets d'albite plus biréfringente, ceux-ci sont également légèrement obliques sur la bissectrice n_g positive, l'extinction de n_p par rapport, à la trace du clivage (001) est à $+ 21°$.

Sur la section perpendiculaire à n_g, l'extinction de n_p pour le microcline se fait à + 9° 30′ de la trace du clivage (001), pour les filonnets d'albite à + 22° 30′.

Sur la section perpendiculaire à n_p bissectrice aiguë on observe deux systèmes de fines lamelles floues avec plan de mâcle mal défini; ces lamelles ne sont d'ailleurs pas régulièrement développées partout; elles sont coupées quasi normalement par le clivage p = (001), la trace du plan des axes fait un angle de 2° avec celui-ci. Sur $1 Sn_p$ l'extinction de la vibration négative est à 5° 30′ sur 1′ à 10°. Ces chiffres ne sont pas exactement ceux donnés par l'épure de M. Michel Lévy[1] pour la section perpendiculaire à n_p du microcline, mais il suffit que la plaque ne soit pas mathématiquement normale à n_p pour que les valeurs trouvées ne coïncident pas avec celles fournies par la projection.

Sur la section perpendiculaire à n_m on observe le quadrillage dû aux lamelles mâclées suivant l'albite et suivant la péricline, le réseau n'est pas régulier, ici les lamelles sont larges, là elles sont serrées. L'extinction de la vibration négative se fait à 15° de la trace des deux mâcles.

Les indices de réfraction mesurés par la réflexion totale pour la lumière du sodium, du lithium et du thallium sont :

	n_g	n_m	n_p
Pour Li	= 1,5213	= 1,5189	= 1,5157
» Na	= 1,5248	= 1,5220	= 1,5182
» Tl	= 1,5279	= 1,5252	= 1,5212

Les biréfringences pour Na sont :

$n_g - n_p = 0,0066$ $n_g - n_m = 0,0028$ $n_m - n_p = 0,0038$

L'angle des axes optiques a également été calculé, les mesures directes étant incertaines.

	2V calculé
Pour Li	= 83° 7′
» Na	= 81° 49′
» Tl	= 78° 22′

Dispersion observée : $\rho > v$

La densité a été prise sur 3,219 gr. de substance par la méthode du flacon. On a trouvé :

D = 2,5619

[1] A. Michel-Levy, *Etude sur la détermination des feldspaths*. Deuxième fascicule, Paris, Baudry, éditeur, 1896.

L'analyse chimique du microcline exécutée en double a fourni les résultats suivants : les bases ont été déterminées par désagrégation au carbonate, les alcalis par attaque à l'acide fluorhydrique.

Analyse du microcline d'Antsongombato :

(moyenne de 2 analyses)

SiO_2	=	64,36
Al_2O_3	=	18,12
Fe_2O_3	=	0,45
CaO	=	0,33
MgO	=	traces
K_2O	=	13,63
Na_2O	=	3,05
		99,94

§ 2. *L'amazonite d'Antaboko.*

Antaboko est le seul endroit où nous avons vu le microcline sous forme d'amazonite dans la pegmatite et encore cette amazonite ne se trouve-t-elle que dans la cavité inférieure, là où le filon de pegmatite a été le plus profondément excavé; à quelques mètres en amont, la pegmatite qui affleure à la seconde attaque renferme du feldspath blanc ordinaire. L'amazonite se présente en individus informes qui sont parfois assez volumineux mais jamais en cristaux avec des faces déterminables, elle montre également le clivage (001) qui est facile et celui (010) moins net; sa couleur est d'un joli vert d'eau, elle est un peu plus bleue que celle de l'Arizona. On l'extrait de la fouille d'Antaboko sous forme de blocs irréguliers, généralement empâtés dans le kaolin. Les propriétés optiques de ce microcline sont un peu différentes de celles du microline d'Antsongombato.

Sur (010) l'extinction de n_p se fait à + 4° environ du clivage (001).

Les filonnets d'albite sont moins beaux que dans le microcline précédent.

Sur la section perpendiculaire à n_g, n_p s'éteint à + 7° de la trace de (001). On observe sur cette section des inclusions opaques très abondantes en certains endroits.

L'albite s'éteint à + 22°.

Sur la section perpendiculaire à n_p bissectrice aiguë, on ne distingue pas de lamelles, mais seulement la trace du clivage (001). Le plan des axes fait un angle

de 7° avec cette trace. On voit, dans la préparation, plusieurs inclusions d'albite mâclée.

Sur la section perpendiculaire à n_m, on observe assez mal le quadrillage du microcline et seulement par régions. L'extinction est à 14° de la trace du plan des mâcles.

Les indices de réfraction ont les valeurs suivantes :

	n_g	n_m	n_p
Pour Li	= 1,5218	= 1,5193	= 1,5154
» Na	= 1,5255	= 1,5227	= 1,5181
» Tl	= 1,5285	= 1,5259	= 1,5210

Pour Na $n_g - n_p = 0,0074$ $n_g - n_m = 0,0028$ $n_m - n_p = 0,0046$

L'angle des axes optiques calculé est :

	2V calculé
Pour Li	= 76° 44′
» Na	= 75° 19′
» Tl	= 71° 20′

Les images en lumière convergente étant mauvaises la mesure directe n'a pas été effectuée.

Dispersion observée $\rho > v$.

La densité de l'amazonite a été prise par la méthode du flacon, sur 5,291 gr. de substance ; elle est :

D = 2,5762

Analyse de l'amazonite :

(moyenne de deux analyses)

SiO_2	= 63,55
Al_2O_3	= 18,55
Fe_2O_3	= 0,34
CaO	= 0,36
MgO	= 0,10
K_2O	= 13,90
Na_2O	= 3,30
	100,10

§ 3. *La lépidolite d'Antsongombato.*

Ce mica, très curieux, se rencontre dans plusieurs des filons d'Antsongombato, notamment aux attaques N° 9 et N° 10. Il se trouve en grandes lamelles qui mesurent jusqu'à 0,20 de diamètre et qui présentent une couleur violacée tout à fait caractéristique. C'est certainement une lépidolithe analogue que M. Lacroix[1] a eue entre les mains; il compare avec justesse sa couleur à celle que donne à l'eau une faible quantité d'encre d'aniline violette. En lames minces, cette lépidolite est incolore.

Ses propriétés optiques sont les suivantes :

Le signe optique est négatif, la bissectrice aiguë est sensiblement perpendiculaire à (001).

Les indices mesuré par la réflexion totale pour Na seulement sont :

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Na =	1,5562	1,5522	1,5318	0,0244	0,0040	0,0204

L'angle des axes optiques, mesuré directement au goniomètre dans l'air, est :

	Au goniomètre.		
	2E	2V	2V par les indices
Pour Li	= 74,38′	—	—
» Na	= 74° 23′	45° 50′	47° 53′
» Tl	= 74° 5′	—	—

Dispersion observée = $\rho > V$, vérifier en lumière convergente, ce mica présente des anomalies optiques qui semblent indiquer une mâcle selon (001).

En lames épaisses, il existe un polychroïsme appréciable : n_g = violacé clair; n_m = violacé; n_p = incolore.

La densité a été déterminée sur 3,200 gr. de substance, par la méthode du flacon. Elle est :

$$D = 2,7995$$

[1] A. Lacroix, *Les minéraux des filons de pegmatite à tourmaline lithique de Madagascar.* Bulletin de la Soc. franç. de minér., t. 31, 1908, p. 218.

La composition chimique est la suivante :

Analyse de la lépidolite d'Antsongombato.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	55,97
Al_2O_3	=	17,70
Fe_2O_3	=	0,68
CaO	=	—
MgO	=	0,09
MnO	=	0,58
K_2O	=	10,14
Na_2O	=	0,82
Li_2O	=	4,71
Fl	=	7,12
H_2O	=	2,24
Total		100,05

§ 4. *La lépidolite d'Antaboko.*

Le mica blanc se rencontre assez abondamment dans la pegmatite d'Antaboko ; il s'y présente également en assez grosses lamelles qui sont très légèrement colorées en rose violacé ; cette couleur n'est d'ailleurs appréciable que sous une forte épaisseur. En lames minces, elle est complètement incolore.

Les propriétés optiques de ce mica sont les suivantes :

Le signe optique est négatif ; la bissectrice aiguë n_p est aussi sensiblement perpendiculaire à (001). L'angle des axes optiques est :

	Au goniomètre. 2E	2V	2V par les indices
Pour Li	= 74° 34	—	—
» Na	= 74° 00	45° 29′	47° 29
» Tl	= 73° 16	—	—

Les indices mesurés par la réflexion totale sont :

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Na =	1,5621	1,5570	1,5307	0,0314	0,0051	0,0263

Dispersion $\rho > v$, vérifiée en lumière convergente.

Le polychroïsme n'est pas appréciable.

La densité déterminée par la méthode du flacon sur 2,667 gr. de substance est

$$D = 2{,}8037$$

La composition chimique :

Analyse de la lépidolite d'Antaboko.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	= 57,25
Al_2O_3	= 17,65
Fe_2O_3	= 0,51
CaO	= —
MgO	= 0,17
MnO	= 0,24
K_2O	= 10,11
Na_2O	= 0,78
Li_2O	= 5,42
Fl	= 6,28
H_2O	= 1,38
Total	99,79

§ 5. *Le mica noir (lithionite) d'Antaboko.*

Ce minéral se présente également en larges lamelles, il est cependant inférieur comme quantité au mica blanc. Le mica noir est d'ailleurs assez rare dans les différentes pegmatites qui ont été décrites ; il y a vraisemblablement des caractères très analogues.

Les lamelles sont de couleur brun verdâtre plus ou moins foncée ; sous une assez faible épaisseur elles sont complètement opaques.

Au point de vue optique ce mica est nettement biaxe, mais les propriétés optiques varient régionalement et sont en rapport avec les colorations. La bissectrice aiguë est également à peu près normale sur (001) et de signe négatif. Les indices ont été mesurés pour la lumière du sodium par réflexion totale sur un type moyen, dont la valeur de 2E était de 55° environ :

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Na =	1,6521	1,6476	1,5880	0,0641	0,0045	0,0596

L'angle 2E est a été mesuré pour différentes variétés et pour Na. Nous avons obtenu :

		Au goniomètre. 2E	2V	2V par les indices.
Pour Na	Variété vert jaunâtre	57° 17′	33° 50′	—
	» vert plus foncé	54° 58′	32° 32′	31° 2′
	» vert foncé	52° 25′	31° 6′	—

Dispersion $\rho > v$

Le polychroïsme est :

n_g = brun verdâtre assez pâle. n_p = presque incolore.

La densité déterminée par la méthode du flacon sur 3,017 gr. de matière (de teinte plutôt claire) est :

$$D = 2{,}9724$$

La composition chimique est donnée par l'analyse suivante :

Analyse de la lithionite d'Antaboko.

	Moyenne de 2 déterminations.
SiO_2	= 45,88
Al_2O_3	= 20,80
Fe_2O_3	= 0,97
FeO	= 9,65
MnO	= 1,74
CaO	= ——
MgO	= 0,13
K_2O	= 9,11
Na_2O	= 0,96
Li_2O	= 3,78
Fl	= 5,12
H_2O	= 1,48
Total	99,62

§ 6. *Le quartz dans les différentes pegmatites.*

Le quartz cristallisé est assez rare; il se développe généralement dans les géodes et peut, à Antaboko notamment, se rencontrer en individus de grande taille. Il n'est presque jamais incolore et parfaitement transparent, mais au contraire grisâtre ou enfumé et fréquemment criblé d'inclusions.

Sur les cristaux d'Antaboko, les seuls que nous ayons examinés, on trouve les faces de prisme (10$\bar{1}$0), celles de deux rhomboèdres (10$\bar{1}$1) et (01$\bar{1}$1) qui sont également développées, puis, les faces hémiédriques (11$\bar{2}$1) qui sont toujours excessivement petites.

Dans la grande majorité des cas, les individus de quartz associés au feldspath sont informes et de couleur grisâtre, ou encore colorés en rose violacé plus ou moins intense.

Ces variétés roses sont même assez banales, mais celles qui sont de couleur foncée sont assez rares; les plus belles que nous ayons rencontrées dans toute la région des pegmatites se trouvent à Sahanivotry et surtout dans le filon de Sakalina. Ce quartz rose, qui est couleur de fleur de pêcher foncée, constitue une pierre de valeur pour la fabrication d'objets d'art et d'ornementation.

CHAPITRE X

Les minéraux accessoires des pegmatites. Le béryl rose et les aigue-marines.

§ 1. Le béryl rose de Tsilaisina. — § 2. Le béryl rose de Tsaravovona. — § 3. Le béryl rose de Maharitra. — § 4. L'aigue-marine de Tétéhina. — § 5. L'aigue-marine d'Ambatolampy. — § 6. L'aigue-marine d'Antaboko. — § 7. L'aigue-marine de Tongafeno. — § 8. Considérations générales relatives au béryl.

§ 1. *Le béryl rose de Tsilaisina.*

Ce minéral intéressant a, comme nous l'avons vu, été rencontré dans plusieurs des filons de Tsilaisina exploités par M. Girod. Il est sorti de la pegmatite décomposée en fragments assez volumineux qui ne peuvent provenir que de cristaux de grande taille. Ceux-ci sont de couleur rose fleur de pêcher, et parfois de couleur saumon pâle; cette dernière coloration provient d'ailleurs, à notre avis, d'un commencement d'altération. Le tout-venant renferme des parties opaques kaolinisées et

d'autres absolument fraîches et limpides que l'on peut aisément détacher et séparer des premières par un égrisage très sommaire. Ce sont les parties transparentes qui pèsent jusqu'à 100 gr. qu'on utilise pour la taille; la couleur en est relativement foncée et très uniforme, ce qui est particulièrement avantageux pour les assortiments. Sur quelques rares spécimens on observe parfois une ou deux faces incomplètes et corrodées; à plusieurs reprises nous avons mesuré un angle de 139° entre deux de ces faces qui seraient donc celles de la pyramide $(11\bar{2}1)$.

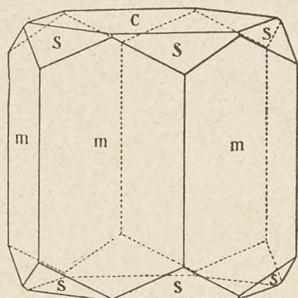


Fig. nº 41.

Le seul cristal complet que nous ayons eu jusqu'ici entre les mains mesure 4 centimètres; il est d'ailleurs en assez mauvais état, opaque et de couleur rosée. Il présente les faces $m = (10\bar{1}0)$, $s = (11\bar{2}1)$ et $c = (0001)$ visibles sur la fig. nº 41 qui reproduit l'aspect de ce cristal. Les angles des normales mesurés au goniomètre d'application sont les suivants :

$$m : s = (10\bar{1}0)\ (11\bar{2}1) = 52°$$
$$s : s = (11\bar{2}1)\ (2\bar{1}\bar{1}1) = 41°$$
$$s : c = (11\bar{2}1)\ (0001) = 45°$$

Les propriétés optiques de ce minéral ont été étudiées avec beaucoup de soin.

Les sections normales à l'axe optique donnent une croix noire uniaxe négative qui se disloque très légèrement par rotation de la platine du microscope. Signe optique négatif.

Les indices et la dispersion de ce béryl ont été mesurés par la déviation minima, tout d'abord sur deux prismes absolument transparents taillés l'un avec l'arête réfringente parallèle à l'axe optique, l'autre avec l'axe optique compris dans le plan bissecteur de l'angle réfringent. Nous avons contrôlé ces indices par la réflexion totale, sur des plaques taillées normalement et parallèlement à l'axe optique : les résultats obtenus sont les suivants[1] :

[1] Les valeurs des indices indiquées pour les béryls et surtout pour les tourmalines sont un peu différentes de celles que nous avons données dans nos deux notes précédentes publiées dans le bulletin de la Société de minéralogie, t. 33, p. 53 et dans les Archives, t. 29, p. 62. Les derniers chiffres que nous publions ici ont été obtenus avec une grande précision après un réglage nouveau de notre réfractomètre à demi-boule, et vérification périodique de ce réglage par la mesure journalière des indices du quartz. L'expérience montre en effet que ces appareils sont sujets à des variations qui nécessitent un contrôle permanent. Nous avons répété les mesures à plusieurs jours d'intervalle sur les mêmes sections, pour éviter les erreurs dues à la fatigue de l'œil qui résulte du travail en série. Les chiffres donnés sont la moyenne de tous les résultats obtenus sur les plaques || et ⊥ à l'axe optique.

Mesures par la déviation minima.

Premier prisme.		n_g	n_p
Axe optique compris	Pour Li	= 1,5787	= 1,5727
dans le plan bissecteur	» Na	= 1,5818	= 1,5756
de l'angle réfringent	» Tl	= 1,5846	= 1,5784

Deuxième prisme.		n_g	n_p
Arête réfringente	Pour Li	= 1,5794	= 1,5730
parallèle	» Na	= 1,5822	= 1,5760
à l'axe optique	» Tl	= 1,5850	= 1,5788

Moyennes par la déviation minima.

	n_g	n_p
Pour Li	= 1,5790	= 1,5728
» Na	= 1,5820	= 1,5758
» Tl	= 1,5848	= 1,5786

Mesures par la réflexion totale.

Les chiffres donnés ci-dessous sont les moyennes de ceux obtenus sur les sections parallèles et perpendiculaires à l'axe optique qui donnent d'ailleurs des résultats identiques variant à peine d'une unité de la quatrième décimale.

	n_g	n_p
Pour Li =	1,5795	1,5733
» Na =	1,5822	1,5760
» Tl =	1,5848	1,5786

Pour Na $n_g - n_p = 0{,}0062$

La concordance entre les mesures faites par la déviation minima et la réflexion totale est, comme on peut le voir par les chiffres qui précèdent, assez satisfaisante.

M. Lacroix[1] donne pour le béryl rose du Mont Bity et celui de Farafatrana les valeurs suivantes :

	Béryl du Bity.	Béryl de Farafatrana.
Pour Na	n_g = 1,5860	n_g = 1,5825
	n_p = 1,5795	n_p = 1,5761
	n_g-n_p = 0,0065	n_g-n_p = 0,0064

Il est certain que le béryl du Bity est analogue à celui de Tsilaisina.

[1] A. LACROIX, *loc. cit.*

La densité du béryl de Tsilaisina a été déterminée par plusieurs méthodes, les chiffres obtenus varient légèrement comme on peut le voir dans le tableau suivant :

Désignation du matériel.	Son poids.	Densité.	Méthode adoptée.
1° Pierre taillée absolument limpide	2,0214	2,7142	Balance hydrostatique
2° id. id. id.	2,2321	2,7183	id.
3° id. id. id.	2,0562	2,7201	id.
4° Petits fragments bruts limpides	18,4057	2,7135	flacon
Moyenne générale D = 2,7165.			

Les analyses du béryl de Tsilaisina et des autres variétés d'aigue-marine étudiées ont été faites par différentes méthodes. Pour le dosage des bases et de la silice nous avons désagrégé le minéral par le carbonate de soude ou l'acide borique; pour le dosage des alcalis qui existent en petite quantité, nous avons adopté la méthode de Smith au carbonate de chaux et chlorure d'ammonium, l'attaque par l'acide fluorhydrique étant incomplète. Dans le dosage de la silice nous avons constamment observé qu'il reste avec cet élément et malgré des lavages réitérés à l'acide chlorhydrique, une quantité notable d'alumine et surtout de glucine (plus de 3 $^0/_0$); ces deux corps se recombinent sans doute pour former un produit insoluble dans l'acide chlorhydrique. La glucine a été séparée par différentes méthodes, notamment par l'action de la soude caustique sur la solution des chlorures, qui est de beaucoup préférable à la séparation au carbonate d'ammoniaque. L'analyse spectroscopique faite sur les alcalis obtenus par désagrégation à l'acide borique a montré la présence du lithium dans ce béryl; ce lithium a été séparé par la méthode à l'alcool amylique. L'analyse qui suit est la moyenne de quatre analyses concordantes pour les bases et de deux pour les alcalis.

Analyse du béryl rose de Tsilaisina :

SiO_2	=	64,76
Al_2O_3	=	18,14
GlO	=	13,76
MnO	=	0,003
Li_2O	=	0,04
Na_2O	=	0,73
K_2O	=	0,15
H_2O (perte au feu)	=	2,24
		99,82

La composition du béryl rose de Madagascar d'après les analyses de Damour est :

SiO_2	=	66,56
Al_2O_3	=	18,66
MnO	=	0,21
GlO	=	12,47
CaO	=	0,06
H_2O	=	2,30
		100,35

§ 2. *Le béryl rose de Tsaravovona.*

Nous n'avons pas vu sur place le béryl rose extrait par M. Girod du gisement de Tsaravovona, nous avons eu seulement entre les mains une grosse pierre taillée parfaitement limpide qui provenait du cristal unique qui a été trouvé dans ce gisement. Cette pierre pèse 9,821 gr., sa densité prise par la balance hydrostatique est de 2,7027.

Nous avons déterminé les indices de ce béryl par la réflexion totale en nous servant de la table de cette pierre comme surface réfléchissante; les limites n'étaient pas très bonnes de sorte que la précision obtenue est certainement moindre que dans le cas précédent. Nous avons trouvé :

Pour Na : $n_g = 1,5782$ $n_p = 1,5725$ $n_g\text{-}n_p = 0,0057$.

§ 3. *Le béryl rose de Maharitra.*

Ce béryl a été décrit dans une première note par M. Lacroix [1] sous le nom de béryl riche en alcalis; puis tout récemment le même auteur a complété sa description première dans une seconde note [2]. Les premiers cristaux décrits par M. Lacroix étaient aplatis parallèlement à (0001) et présentaient les faces (0001), $(11\bar{2}1)$, fréquemment $(33\bar{6}4)$ et plus rarement $(31\bar{4}1)$; ils étaient généralement de grande taille. Les nouveaux échantillons décrits par lui présentent divers types mais toujours avec la base prédominante; ils ne portent pas la pyramide $(33\bar{6}4)$ mais par

[1] A. Lacroix, *Les minéraux des filons de pegmatite,* loc. cit., p. 256.
[2] A. Lacroix, *Nouvelles observations sur les minéraux des pegmatites de Madagascar.* Bulletin de la Soc. minér. de France, t. 33, 1910, p. 44.

contre celle $(11\bar{2}1)$ qui est constante et très souvent accompagnée de celle $(31\bar{4}1)$. Certains types ont aussi la pyramide $(10\bar{1}1)$ réduite ainsi que les prismes $(11\bar{2}0)$ et $(10\bar{1}0)$.

En visitant les environs de Maharitra, nous avons eu l'occasion de voir quelques jolis cristaux du béryl rose et incolore de cette localité, que nous avons décrits dans une note parue en même temps que la dernière de M. Lacroix [1]. Ces cristaux sont assez volumineux et mesurent de 3 à 15 centimètres de diamètre. Ils sont toujours fortement aplatis parallèlement à la base et en général en assez mauvais état de conservation. Leur couleur est rose plus ou moins violacé, mais il existe des variétés complètement incolores qui sont très souvent absolument tabulaires; nous avons vu en effet un cristal complet de ce dernier type qui mesurait plus de six centimètres de diamètre et dont l'épaisseur était au maximum d'un centimètre.

Les cristaux roses absolument limpides sont, paraît-il, très rares; ceux que nous avons vus et que nous possédons sont formés de régions opaques et kaolinisés et d'autres encore transparentes.

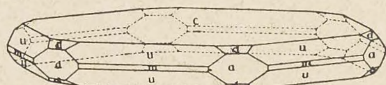


Fig. n° 42.

Les faces sont corrodées et généralement en assez mauvais état; elles ne permettent que des mesures approximatives au goniomètre d'application.

Le type examiné est représenté fig. n° 42. Il montre les faces c = (0001) très développées, m = $(10\bar{1}0)$ étroites et réduites, u = $(20\bar{2}1)$ constantes, a = $(11\bar{2}0)$ petites et enfin d = $(33\bar{6}4)$ très petites.

Les angles mesurés sont :

$$c : u = (0001)\ (20\bar{2}1) = 49^\circ$$
$$c : d = (0001)\ (33\bar{6}4) = 37^\circ$$
$$u : d = (20\bar{2}1)\ (33\bar{6}4) = 25^\circ$$

Les cristaux incolores et très aplatis présentaient un type un peu différent rappelant celui de la fig. 2, page 44 de la seconde note de M. Lacroix, avec les faces $(33\bar{6}4)$ $(11\bar{2}1)$ et de plus celles $(10\bar{1}0)$; ces cristaux n'étant pas entre nos mains, cette description est faite de souvenir.

Les propriétés optiques du béryl rose ont été déterminées sur des fragments absoluments limpides de pierres égrisées et prêtes pour la taille. Sur les sections normales à l'axe optique, on observe une croix noire uniaxe négative; cette croix

[1] L. Duparc, M. Wunder et R. Sabot, *Contribution à la connaissance des minéraux des pegmatites de Madagascar*. Bulletin de la Soc. minér. de France, t. 33, 1910, p. 53.

se disloque généralement faiblement par rotation de la platine du microscope, cette dislocation varie d'ailleurs régionalement sur un même cristal 2E = 4°54′ (mesuré au réticule).

Les indices déterminés sur deux séries de plaques parallèles et perpendicuiaires à l'axe optique sont :

	n_g	n_p
Pour Li =	1,5968	1,5886
» Na =	1,6002	1,5921
» Tl =	1,6033	1,5955

Pour Na : n_g-n_p = 0,0081

M. Lacroix a obtenu pour la raie D les valeurs suivantes sur deux variétés de béryl.

	Variété transparente.	Variété translucide.
Pour Na	n_g = 1,5977	n_g = 1,5977
	n_p = 1,5903	n_p = 1,5894
	n_g-n_p = 0,0074	n_g-n_p = 0,0883

La densité de ce béryl prise sur deux petits fragments absolument limpides, du poids total de 0,2459 gr. est de : D = 2,8808

§ 4. *L'aigue-marine de Tétéhina.*

Le béryl de Tétéhina a été rencontré en prismes assez volumineux, presque toujours complètement kaolinisés, et présentant seulement les faces (0001) et (10$\bar{1}$0). Sur quelques cristaux on a trouvé à l'intérieur des petites parties non décomposées, vitreuses, d'une jolie couleur bleu-verdâtre pâle.

Le béryl est uniaxe négatif, la croix noire se disloque facilement par rotation de la platine du microscope, 2E = 9°44′ (mesuré au réticule).

Les indices mesurés par réflexion totale sont :

	n_g	n_p
Pour Li =	1.5787	1,5728
» Na =	1,5818	1,5756
» Tl =	1,5850	1,5791

Pour Na : n_g-n_p = 0,0062

Le polychroïsme est visible seulement sur les lames épaisses, on a :

$$n_g = \text{incolore}, \quad n_p = \text{bleu de ciel.}$$

Densité prise sur une pierre taillée limpide, pesant 1,5544 gr. par la balance hydrostatique D = 2,7116.

§ 5. *L'aigue-marine d'Ambatolampy.*

On a extrait du gisement d'Ambatolampy un certain nombre de cristaux de béryl kaolinisé, dont six gros prismes mesurant plus de 0,60 de longueur, qui renfermaient à l'intérieur des parties encore vitreuses, d'une belle couleur bleu de ciel absolument pure et sans traces de vert. Ces cristaux présentaient les formes habituelles $(10\bar{1}0)$ et (0001); les parties vitreuses n'étaient qu'exceptionnellement absolument limpides; elles étaient plus ou moins givrées par la présence d'inclusions disposées en files.

Le béryl d'Ambatolampy est uniaxe négatif, la croix noire se disloque par rotation de la platine; en lumière jaune nous avons mesuré pour 2E une valeur de 10°12'.

Les indices de réfraction déterminés par réflexion totale sont :

	n_g	n_p
Pour Li =	1,5806	1,5748
» Na =	1,5834	1,5774
» Tl =	1,5867	1,5801

Pour Na: $n_g - n_p = 0,0060$. Polychroïsme : n_p = bleu de ciel; n_g = bleu très pâle.

La densité du béryl a été déterminée sur trois lots de pierres taillées.

Désignation du matériel.	Poids.	Densité.	Méthode.
1° Pierres taillées de premier choix, absolument limpides	8,3751	2,7192	flacon
2° Pierres taillées de premier choix, un peu moins bonnes	17,8849	2,7180	id.
3° Pierres taillées, un peu givrées	16,3207	2,7262	id.
Moyenne de 1 + 2 = D = 2,7186.			

§ 6. *L'aigue-marine d'Antaboko.*

La pegmatite d'Antaboko renferme deux béryls de couleur très différente. L'un est faiblement coloré en vert asperge et truité de taches ou plages irrégulières d'un rose pâle, l'autre est d'un bleu foncé avec pointe de gris; c'est cette dernière variété qui a été étudiée.

Les cristaux comme ceux d'Ambatolampy, présentent les faces $(10\bar{1}0)$ et sont très fortement altérés. Quand on les retire de la pegmatite, ils sont généralement terreux, de couleur grisâtre et toujours excessivement friables; les parties restées saines sont relativement rares. Le minéral est uniaxe négatif; la croix noire se disloque sensiblement par rotation de la platine, 2E mesuré au réticule par la lumière de sodium a été trouvé de 5° 23′.

Les indices de ce béryl sont :

	n_g	n_p
Pour Li	= 1,5865	1,5798
» Na	= 1,5899	1,5831
» Tl	= 1,5931	1,5864

Pour Na : $n_g - n_p = 0,0068$. Polychroïsme assez fort : n_g = bleuâtre pâle; n_p = bleu franc.

La densité a été prise par la méthode du flacon sur 10,0062 gr. de pierres taillées absolument limpides.

$$D = 2,7477$$

§ 7. *L'aigue-marine de Tongaféna.*

Les cristaux de béryl de Tongaféna se présentent dans des conditions similaires à celles du béryl de Sahanivotry. Les uns sont énormes et pèsent plusieurs kilogrammes, les autres mesurent quelques centimètres seulement. Tous sont simples avec les faces (0001) et $(10\bar{1}0)$ et toujours très décomposés. Les parties fraîches que l'on trouve à l'intérieur de certains cristaux sont d'un bleu foncé, avec une pointe de noir qui rappelle beaucoup celui d'Antaboko; on trouve cependant des variétés d'un bleu plus ou moins verdâtre, voire même d'un brun jaunâtre. Le béryl de Tongaféna est uniaxe négatif, mais la croix noire se disloque assez facilement par rotation de la platine du microscope; 2E = 8° 42′.

Les indices mesurés sont :

	Variété bleue.		Variété verdâtre.	
	n_g	n_p	n_g	n_p
Pour Li	1,5827	1,5763	1,5803	1,5740
» Na	1,5856	1,5791	1,5834	1,5778
» Tl	1,5886	1,5823	1,5867	1,5805

Pour Na : $n_g - n_p = 0,0065$. $n_g - n_p = 0,0056$.

Polychroïsme n_g = bleu pâle ; n_p = bleu assez foncé.

La densité a été prise sur un fragment brut pesant 0,96341 gr., par la balance hydrostatique. D = 2,7379.

§ 8. *Considérations générales relatives au béryl.*

Nous résumerons dans le tableau suivant, afin de pouvoir les comparer, les propriétés optiques et les densités des divers béryls étudiés. Les indices donnés, ainsi que les biréfringences sont ceux mesurés par réflexion totale pour la lumière du sodium.

Localités.	Densité.	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Béryl rose de Tsilaisina	2,7165	1,5822	1,5760	0,0062	nul ou à peu près.
» » de Tsaravovona[1] . .	2,7027	1,5782	1,5725	0,0057	
» » de Maharitra. . . .	2,8808	1,6002	1,5921	0,0081	4° 54′
Aigue-marine de Tétéhina . .	2,7116	1,5818	1,5756	0.0062	9° 44′
» d'Ambatolampy	2,7186	1,5834	1,5774	0,0060	10° 12′
» d'Antaboko . .	2,7477	1,5899	1,5831	0,0068	5° 23′
» de Tongaféna .	2,7379	1,5856	1,5791	0,0065	8° 42′

Comme on le voit, le béryl rose de Maharitra se distingue de tous les autres par la valeur très élevée de sa réfringence et de sa biréfringence. Les aigues-marines d'Ambatolampy et de Tétéhina, de même que le béryl rose de Tsilaisina, qui s'en rapproche beaucoup, ont une réfringence et une biréfringence sensiblement plus faibles ; quant aux aigues-marines d'Antaboko et de Tongaféna, elles forment, au point de vue de la valeur des indices, un groupe intermédiaire entre le béryl de Maharitra et les aigues-marines de couleur bleu pâle ; pour la biréfringence, par contre, elles sont sensiblement identiques à ces dernières.

[1] Chiffre approximatif.

CHAPITRE XI

Les minéraux des pegmatites. — Les tourmalines.

§ 1. La rubellite d'Antsongombato. — § 2. La tourmaline de Maroando. — § 3. Les tourmalines polychromes de Tsilaisina. — § 4. La tourmaline d'Antandrokomby. — § 5. La tourmaline d'Antaboko. — § 6. Tourmaline de gisement inconnu. — § 7. Considérations générales relatives aux tourmalines.

§ 1. *La rubellite d'Antsongombato.*

Les cristaux de ce minéral remarquable sont de taille très variable ; les petits seulement sont homogènes et d'une superbe teinte rouge sang de pigeon plus ou moins foncée ; ceux plus volumineux ont presque toujours une structure complexe et sont formés par des zones concentriques dont la succession et les particularités seront étudiés plus loin. Les très gros cristaux sont tout à fait exceptionnels et sont toujours inhomogènes.

Au point de vue cristallographique, on distingue deux types, que nous appellerons hexagonal et triangulaire et que nous allons examiner séparément.

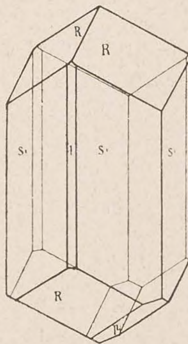


Fig. n° 43.

TYPE HEXAGONAL

Il est surtout caractérisé par la présence, dans la zone prismatique, des faces $(11\bar{2}0) = S^1$ bien développées, et de celles $^1/_2\,(10\bar{1}0) = l$ toujours étroites.

Lorsque les cristaux sont terminés, on trouve à l'une des extrémités de l'axe ternaire le rhomboèdre $(02\bar{2}1) = R$, et à l'autre le même rhomboèdre combiné à celui $(01\bar{1}\bar{1}) = p$ (fig. n° 43). La zone prismatique est toujours striée ; les angles compris entre ces différentes faces ont été mesurés au goniomètre de Mallard et sont les suivants :

	Observé	Calculé
$R:R = (02\bar{2}1)\ (\bar{2}201) =$	77° 6′	77° 2′
$R:S^1 = (02\bar{2}1)\ (11\bar{2}0) =$	51° 30′	51° 28′
$p:R = (01\bar{1}\bar{1})\ (20\bar{2}\bar{1}) =$	38° 33′	38° 31′
$R:l = (02\bar{2}1)\ (10\bar{1}0) =$	69°	68° 56′

Ce type semble très analogue à celui d'Antandrokomby décrit par M. Lacroix.

TYPE TRIANGULAIRE.

Nous n'avons jamais rencontré de cristaux terminés aux deux extrémités appartenant à ce type. Il est caractérisé par la prédominance des faces $^1/_2\ (10\bar{1}0) = l$ dans la zone prismatique, tandis que celles $(11\bar{2}0) = S_1$ sont très étroites de même que celles $^1/_2\ (41\bar{5}0) = S_2$ qui les accompagnent. Les cristaux sur l'extrémité terminée portent la base $(0001) = c$, combinée avec le rhomboèdre $(02\bar{2}1) = R$; de même

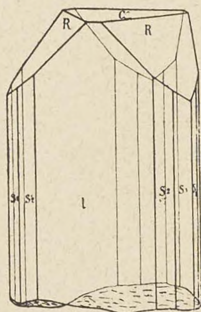


Fig. n° 44.

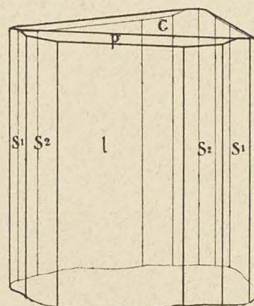


Fig. n° 45.

parfois avec le rhomboèdre $(10\bar{1}1) = p$; chez certains types représentés par la fig. 44 la base est assez petite, chez d'autres le rhomboèdre $(02\bar{2}1) = R$ est très réduit et peut même disparaître. La fig. 45 représente un type analogue, avec le rhomboèdre $(10\bar{1}1) = p$ et la base $(0001) = c$ prédominante. Les angles des normales mesurés sur ces divers types sont :

		Observé	Calculé
	$R:C = (02\bar{2}1)\ (0001) =$	45° 52′	45° 59′
	$R:R = (02\bar{2}1)\ (\bar{2}201) =$	77° 5′	77° 2′
	$S_2:S_1 = (41\bar{5}0)\ (11\bar{2}0) =$	20° 24′	19° 6′
Goniomètre d'application :	$p:C = (10\bar{1}1)\ (0001) =$	27°	27° 21′

La grande majorité des cristaux est, comme nous l'avons dit, inhomogène, et la structure dite en zones concentriques est fréquente; dans ce cas les dispositions les plus variées se trouvent réalisées. Chez certaines rubellites, les zones qui alternent sont toutes colorées en rouge plus ou moins vif; le centre par exemple est d'un

rouge violacé intense, les zones médianes et périphériques sont rouges ou roses de différentes nuances voire même incolores. Chez d'autres le centre est souvent formé par de la tourmaline jaunâtre ou brunâtre, et la périphérie par de la rubellite; l'inverse a lieu également et tout aussi fréquemment surtout sur les gros cristaux qui paraissent noirs alors que les parties centrales sont d'un beau rouge. Ces zones sont quelquefois très nombreuses et dans ce cas souvent fort minces; la réapparition alternante des mêmes couleurs ou de teintes plus ou moins similaires n'est pas rare. D'autres fois et ce principalement sur les cristaux entièrement de couleur rouge, les zones se bornent à deux ou trois seulement et sont alors relativement épaisses.

La forme des enveloppes concentriques est identique pour toutes celles-ci ou au contraire différente, selon que les conditions de la cristallisation ont été uniformes ou ont varié. Dans ce dernier cas le noyau est fréquemment triangulaire, tandis que les zones périphériques présentent les profils $(10\bar{1}0)$ et $(11\bar{2}0)$, voir même simplement $(11\bar{2}0)$. C'est exactement ce que M. Lacroix a observé sur la tourmaline d'Antandrokomby et ce que nous-mêmes avons vérifié sur plusieurs cristaux de cette localité. L'auteur en question a vu certains prismes dont le centre triangulaire violet, était entouré par un hexagone de couleur plus claire résultant de la présence des profils $(10\bar{1}0) = l$ du prisme hexagonal, inscrit lui-même dans un deutéroprisme de couleur verdâtre correspondant à $(11\bar{2}0) = S^1$.

Lorsque les cristaux de tourmaline sont terminés, les rhomboèdres et la base du sommet ont généralement la couleur de l'enveloppe extérieure, mais les zones qui se succèdent du centre vers la périphérie sont souvent différentes dans les régions qui avoisinent l'extrémité formée de la tourmaline et dans celles qui en sont à une certaine distance. Ce phénomène paraît être très général; il se retrouve également à Antandrokomby. Ainsi un cristal coupé parallèlement à l'axe ternaire suivant une section passant par l'angle culminant du rhomboèdre, montre sur une hauteur de 1 centimètre environ 6 enveloppes, qui vont de la périphérie vers le centre dans l'ordre suivant (fig. n° 46) :

1° Zone externe très mince rouge formant les faces du rhomboèdre R.

2° Zone mince également rose clair.

3° Zone rouge identique à 1.

4° Zone brun verdâtre relativement épaisse.

5° Zone rose pâle épaisse également.

6° Noyau rose plus foncé.

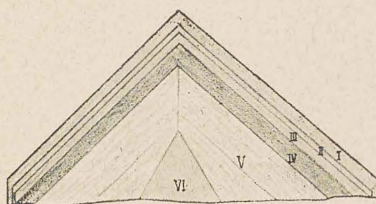


Fig n° 46.

Une autre section perpendiculaire à l'axe cette fois, mais faite à une certaine distance du pointement rhomboédrique, montre la succession que voici :

1° Zone externe rouge, correspondant à 1 de la coupe précédente.

2° Zone rose clair très mince, correspondant à 2 de la coupe précédente.

3° Zone rouge » » » 3 » »

4° Zone brune excessivement mince, correspondant à 4 de la coupe précédente mais très réduite en cet endroit.

5° Zone rose très pâle mince également, correspondant à 5 de la coupe précédente.

6° Noyau très développé, de couleur brun-verdâtre, avec des plages irrégulières roses ou au contraire vert plus foncé, correspondant au noyau rose du N° 6 de la coupe parallèle à l'axe (fig. 47).

La disposition schématique d'un cristal complet coupé parallèlement à l'axe ternaire serait donnée par la (fig. 48).

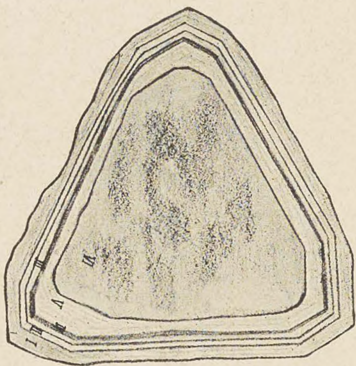


Fig. n° 47.

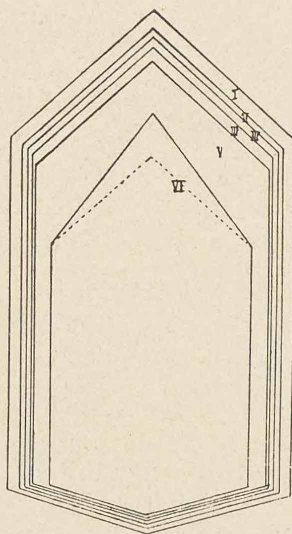


Fig. n° 48.

Nous ne pouvons affirmer que la succession des différentes zones soit identique aux deux extrémités de l'axe ternaire; les cristaux terminés aux deux pôles que nous avons vus sont de petite taille et de couleur uniforme; ceux plus grands et brisés que nous possédons ont une enveloppe uniforme également mais qui paraît cependant plus foncée près de la partie terminée.

Les propriétés optiques de la tourmaline d'Antsongombato ont été déterminées sur deux variétés différentes, l'une rouge-sang N° 3, l'autre rouge plus pâle N° 4, puis sur un cristal zoné N° 13 formé d'un centre rouge foncé et d'une bordure plus claire. Toutes ces tourmalines sont légèrement biaxes, la croix noire se disloque toujours plus ou moins par rotation de la platine, l'angle 2E a été mesuré au réticule.

Variété rouge foncé N° 3.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li	1,6391	1,6200	—	—
» Na	1,6425	1,6231	0,0194	5°32′
» Tl	1,6455	1,6261	—	—

Variété rouge plus clair N° 4.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li	1,6360	1,6176	—	—
» Na	1,6391	1,6205	0,0186	5°3′
» Tl	1,6421	1,6235	—	—

Variété zonée N° 13, centre rouge plus foncé que N° 3.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li	1,6406	1,6213	—	
» Na	1,6448	1,6251	0,0197	4°18′
» Tl	1,6487	1,6285	—	

Variété zonée N° 13, bordure plus pâle que le N° 4.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li	1,6334	1,6176	—	—
» Na	1,6376	1,6199	0,0177	5°41′
» Tl	1,6415	1,6229	—	—

Le polychroïsme sous une épaisseur de 1 à 1,5 mm. est ainsi :

N°s 3 et 13 rouge foncé : n_g = rouge carmin foncé ; n_p = rougeâtre pâle.

N°s 4 et 13 rouge plus pâle : n_g = rose foncé ; n_p = rose très pâle.

Comme on peut le voir en comparant les valeurs des indices et des biréfringences pour la raie D de ces différentes tourmalines, celles-ci sont, dans la série étudiée, plus élevées chez les types de couleur foncée que chez ceux de couleur plus claire.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$
Rouge foncé N° 13	1,6448	1,6251	0,0197
Rouge foncé N° 3	1,6425	1,6231	0,0194
Rouge clair N° 4	1,6391	1,6205	0,0186
Rouge plus clair, bordure N° 13	1,6376	1,6199	0,0177

La densité a été déterminée par la méthode du flacon sur 10,02 grammes de pierres taillées admirablement, limpides et d'une superbe couleur rouge foncé absolument uniforme, on a trouvé :

$$D = 3,0483.$$

Les chiffres obtenus par la balance hydrostatique sur les petits fragments polis ayant servi à la mesure des indices oscillent entre 3,0053 et 3,0152.

Les analyses de la tourmaline d'Antsongombato, comme celles de toutes les tourmalines décrites plus loin, ont été faites avec beaucoup de soin et en double, sauf pour le fluor. Les méthodes qui ont été employées sont les suivantes.

Le dosage des bases a été fait après désagrégation au carbonate de soude et évaporations réitérées en présence d'acide nitrique pour insolubiliser SiO_2. Après dessiccation à 110° la masse est reprise par l'acide nitrique et la silice filtrée. Une deuxième évaporation à sec a toujours été faite dans le but de récupérer les dernières traces de silice qui restent dans la solution. Dans la solution nitrique filtrée de la silice nous avons précipité le manganèse par ébullition prolongée avec un excès de chlorate de potasse; le précipité obtenu a été dosé par titration par le permanganate et l'acide oxalique; on a toujours vérifié s'il contenait du fer. Dans la solution filtrée du manganèse, le fer et l'alumine ont été précipités par l'ammoniaque et dosés ensemble; la séparation de ces deux corps a été faite par désagrégation réitérée deux fois au carbonate de soude, l'oxyde de fer restant en a été dissous et reprécipité par l'ammoniaque. La chaux a été enlevée du liquide privé de l'alumine par l'oxalate d'ammoniaque et dosée comme CaO., la magnésie enfin a été séparée par le phosphate de soude et dosée comme phosphate ammoniaco-magnésien.

Les alcalis ont été déterminés par la méthode de Smith, au carbonate de chaux et au chlorure d'ammonium, modifiée par Godchaux[1]. La séparation du lithium a été faite par la méthode américaine à l'alcool amylique, celle du potassium et du sodium par le chloroplatinate.

Le dosage du fluor a été exécuté sur une désagrégation spéciale au carbonate de soude effectuée sur 2 grammes de matière finement pulvérisée. Le produit de la désagrégation est repris par l'eau, et les bases et la silice précipités ensemble par un excès de carbonate d'ammonium. On neutralise ensuite par l'acide nitrique en présence de phénolphtaléine, puis précipite les dernières traces de silice et d'alumine par une solution ammoniacale d'hydrate de zinc. Après élimination complète de l'ammoniaque et filtration, on neutralise par le nitrate d'argent; l'excès d'argent

[1] M. Godchaux. *Etude critique des procédés du dosage des alcalis (méthode de Smith) et du fer ferreux dans les silicates.* Thèse présentée à la faculté des sciences de l'Université de Genève, 1896. Imprimerie Taponnier.

est éliminé par le chlorure de sodium, et le fluor précipité en compagnie de carbonate de calcium au moyen de chlorure de calcium en présence d'une petite quantité de carbonate de soude. Le précipité filtré est traité ensuite par un faible excès d'acide acétique, le liquide évaporé à sec, puis le résidu repris par l'eau aiguisée d'une goutte d'acide acétique, est filtré, puis lavé et calciné. On pèse comme $CaFl_2$. Comme contrôle, on répète le traitement à l'acide acétique, et comme second contrôle, on transforme dans le creuset en sulfate.

Le dosage de l'acide borique a été exécuté sur le produit d'une nouvelle désagrégation au carbonate de soude. La masse est reprise directement par l'acide sulfurique concentré, puis, après élimimation de CO_2, on distille l'acide borique comme éther méthyl-borique avec les précautions nécessaires[1]. Le distillat repris par l'eau est titré en présence d'un fort excès de glycérine dont on a préalablement déterminé l'acidité.

Pour les analyses de la tourmaline d'Antsongombato, nous avons fait deux lots en réunissant des fragments absolument limpides et de couleur aussi uniforme que possible; le premier était constitué par des pierres de couleur rouge foncé de la teinte la plus belle, le second par des pierres rouges de teinte plus pâle. Chaque lot comportait 20 grammes de matière environ. Tous les résultats, sauf le fluor, ont été obtenus en double et d'une concordance satisfaisante.

Analyse de la tourmaline d'Antsongombato.

Variété rouge foncé N° 3.		Variété rouge plus clair N° 4.	
SiO_2	= 37,72	SiO_2	= 37,78
Al_2O_3	= 41,14	Al_2O_3	= 41,25
Fe_2O_3	= 0,65	Fe_2O_3	= 0,42
MnO	= 1,72	MnO	= 1,83
CaO	= 0,90	CaO	= 1,03
MgO	= 0,24	MgO	= 0,20
Fl	= 0,78	Fl	= 0,81
Li_2O	= 1,13	Li_2O	= 1,01
Na_2O	= 2,12	Na_2O	= 2,39
K_2O	= 0,09	K_2O	= 0,08
B_2O_3	= 9,58	B_2O_3	= 9,46
H_2O	= 4,16	H_2O	= 4,08
Total	= 100,23	Total	= 100,34

[1] Voir, pour cette distillation : L. Duparc et M. Bassadonna, *Manuel théorique et pratique d'analyse volumétrique*, page 54. Paris, Alcan, éditeur; Genève, Kündig, éditeur, 1910.

§ 2. *La tourmaline de Maroando.*

Nous n'avons pas vu des cristaux terminés provenant de ce gisement. Ceux que nous possédons sont ou bien de petites rubellites en prismes d'une couleur rose pâle uniforme, qui présentent le type hexagonal, mais sont brisés aux deux extrémités, ou bien des cristaux plus volumineux et zonés du même type.

Dans la disposition relative des différentes zones, on observe les mêmes variations qu'à Antsongombato. Le centre est fréquemment rose violacé plus ou moins foncé, avec bordure formée par des zones d'un rose plus clair. D'autres fois, le centre rose est entouré d'une zone tout à fait incolore et limpide, suivie elle-même par une ou plusieurs enveloppes jaune ou jaune verdâtre plus ou moins pâle. Chez les spécimens examinés, la rubellite rose domine quantitativement.

Les propriétés optiques de la rubellite ont été déterminées sur des variétés rose violacé foncé et sur d'autres rose pâle. Toutes sont négatives et légèrement biaxes. Les indices sont les suivants :

N° 6. Cristal zoné. Noyau rouge interne.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li =	1,6358	1,6199	—	—
» Na =	1,6394	1,6237	0,0157	8° 18′
» Tl =	1,6424	1,6260	—	—

N° 6. Bordure rose un peu plus pâle que le noyau.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li =	1,6360	1,6206	—	—
» Na =	1,6394	1,6234	0,0160	7° 5′
» Tl =	1,6424	1,6261	—	—

N° 5. Cristal rose.

	n_g	n_p	$n_g - n_p$	2E
Pour Li =	1,6374	1,6200	—	—
» Na =	1,6408	1,6246	0,0162	14° 5′
» Tl =	1,6441	1,6276	—	—

Polychroïsme appréciable :

	n_g	n_p
N° 6	Rose rouge	Incolore
N° 5	Rose pâle	id.

La densité de la tourmaline de Maroando mesurée par la balance hydrostatique sur le fragment ayant servi aux déterminations des indices, du poids total de 0,2433, est de

$$D = 2,9782$$

Analyse de la tourmaline de Maroando (variété rose pâle) :

Moyenne de deux déterminations.

SiO_2	=	37,06
Al_2O_3	=	40,53
Fe_2O_3	=	0,40
MnO	=	1,23
CaO	=	2,58
MgO	=	0,43
Fl	=	1,23
Li_2O	=	0,11
Na_2O	=	0,80
K_2O	=	0,13
B_2O_3	=	11,03
H_2O	=	4,02
Total	=	99,55

§ 3. *Les tourmalines polychromes de Tsilaisina.*

Le gisement de Tsilaisina fournit des tourmalines de teintes excessivement variées. La majorité des spécimens que nous avons vus sont de couleur jaune ou brun verdâtre plus ou moins foncé; il en est d'autres qui sont rose de différentes nuances, d'autres encore qui sont d'un vert asperge très clair ou même presque incolores. Les variétés jaune verdâtre clair ne sont pas rares; celles brun foncé paraissant opaques sous une certaine épaisseur sont très communes; elles renferment souvent à l'intérieur des parties beaucoup plus pigmentées qui forment comme des taches irrégulières dues sans doute à une concentration locale des éléments chromogènes. La grande majorité des cristaux sont zonés; nous étudierons plus loin la disposition et les variations de ces zones.

Les cristaux terminés paraissent être assez rares, la plupart de ceux qu'on extrait de la pegmatite kaolinisée sont brisés et presque toujours en fort mauvais état. Le type hexagonal paraît être la règle, nous n'avons en effet pas rencontré celui triangulaire parmi les cristaux extraits pendant notre séjour, ce qui ne prouve nullement d'ailleurs qu'il n'existe pas dans ce gisement.

Le seul cristal terminé à une extrémité que nous possédons mesure 1,5 centi-

mètres environ; il est limpide et présente le rhomboèdre $(07\bar{7}2) = r$ qui ne se trouve pas à Antsongombato. Le type est évidemment hexagonal mais la zone prismatique est si fortement striée que les mesures précises dans cette zone sont impossibles, la fig. nº 49 représente le cristal en question; les angles mesurés sont :

	Mesuré	Calculé
r:r. $(07\bar{7}2)$ $(7\bar{7}02)$	99°	98° 35′

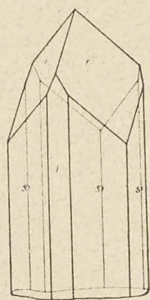


Fig. nº 49.

Les cristaux zonés sont très fréquents à Tsilaisina et comme ils sont parfois volumineux et que les différentes zones sont assez larges, on peut aisément par un triage convenable se préparer un bon matériel homogène pour l'analyse.

Là encore la succession des différentes zones est des plus variées, il existe des cristaux dont le centre est brun plus ou moins foncé et la bordure externe toujours très mince rose, tandis qu'entre le noyau central et cette bordure on observe une série de teintes qui s'échelonnent du brun au jaune verdâtre. L'inverse a également lieu et ce dans le même filon de pegmatite; le noyau central est alors de couleur rose violacé et la bordure mince de couleur jaune verdâtre ou brun plus ou moins foncé.

Sur quelques cristaux de teinte généralement pâle et de petite taille, on remarque la disposition observée par M. Lacroix sur certains types de Maharitra, à savoir une coloration dyssimétrique aux deux extrémités de l'axe ternaire d'un même cristal. C'est le cas par exemple pour le spécimen que nous avons mesuré, qui est vert au pôle terminé par le rhomboèdre et rose à l'autre extrémité; les deux teintes étant séparées par une zone à peu près incolore.

Nous avons également observé sur certains cristaux transparents de Tsilaisina une disposition toute nouvelle, qui consiste dans le fait que les zones de colorations différentes qui alternent, ne sont pas concentriques; mais disposées sous formes de véritables strates parallèles à (0001) sur toute la hauteur du prisme.

Sur un cristal brisé qui mesurait à peu près 118 millimètres, on observe successivement les strates suivantes :

1º Couche vert pâle de 1,5 millimètres environ.
2º Couche rose pâle de 1 » »
3º Couche vert bleuâtre très pâle de 3,5mm.
4º Couche vert jaunâtre plus foncée de 1,5mm.
5º Couche identique à 3 de 2,5mm.
6º Couche rose très pâle de 2mm.
7º Couche vert pâle givrée de 4mm.

La fig. N° 50 rend compte de cette curieuse disposition (fig. 50).

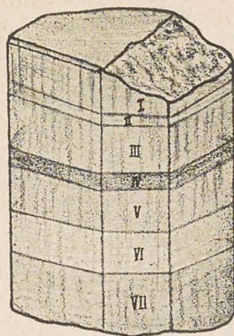


Fig. n° 50.

Les propriétés optiques des différentes variétés de tourmaline de Tsilaisina ont été étudiées séparément; sur chaque fragment ayant servi à mesurer les indices par la réflexion totale, on a déterminé la densité par la balance hydrostatique; quant aux analyses elles ont été faites sur du matériel absolument assorti comme couleur et parfaitement limpide. Toutes ces tourmalines sont négatives et légèrement biaxes. Nous examinerons séparément chaque variété.

N° 7. Tourmaline rose pâle de Tsilaisina.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6344	1,6185	—	—
» Na	1,6374	1,6214	0,0160	7° 33′
» Tl	1,6410	1,6247	—	—

Polychroïsme : n_g = rose pâle n_p = jaunâtre très pâle.

D = 3,061.

Analyse de la tourmaline rose de Tsilaisina (N° 7).

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	37,52
Al_2O_3	=	40,08
Fe_2O_3	=	0,40
MnO	=	0,63
CaO	=	2,44
MgO	=	0,39
Fl	=	1,05
Li_2O	=	0,66
Na_2O	=	1,58
K_2O	=	0,09
B_2O_3	=	10,70
H_2O	=	4,14
Total	=	99,68

N° 8. Tourmaline jaune paille de Tsilaisina.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6388	1,6190	—	—
» Na	1,6430	1,6224	0,0206	8° 5′
» Tl	1,6464	1,6254	—	—

Polychroïsme : n_g = jaune verdâtre clair n_p = incolore.

D = 3,102.

Analyse de la tourmaline jaune paille N° 8.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	36,77
Al_2O_3	=	39,12
Fe_2O_3	=	0,58
MnO	=	5,14
CaO	=	0,77
MgO	=	0,21
Fl	=	1,24
Li_2O	=	0,59
Na_2O	=	1,47
K_2O	=	0,10
B_2O_3	=	9,90
H_2O	=	3,88
Total	=	99,77

N° 9. Tourmaline jaune de Tsilaisina (plus foncé que le N° 8).

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6435	1,6209	—	—
» Na	1,6464	1,6243	0,0221	6° 29′
» Tl	1,6500	1,6275	—	—

Polychroïsme : n_g = jaune vert foncé n_p = incolore.

D = 3,111.

N° 10. Tourmaline jaune brun de Tsilaisina.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6432	1,6213	—	—
» Na	1,6460	1,6239	0,0221	10° 6′
» Tl	1,6496	1,6273	—	—

Polychroïsme : n_g = verdâtre n_p = verdâtre très pâle.

D = 2,978.

N° 11. Tourmaline brun verdâtre de Tsilaisina.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6426	1,6213	—	—
» Na	1,6470	1,6244	0,0226	8° 54′
» Tl	1,6507	1,6278	—	—

Polychroïsme : n_g = vert brunâtre n_p = verdâtre très pâle.
D = 3,072.

N° 12. Tourmaline brun foncé de Tsilaisina.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6446	1,6220	—	—
» Na	1,6481	1,6250	0,0231	7° 34′
» Tl	1,6519	1,6282	—	—

Polychroïsme : n_g = vert brunâtre foncé n_p = jaunâtre pâle.
D = 3,106.

Pour l'analyse on a mélangé en parties égales les numéros 10, 11 et 12, de façon à obtenir une moyenne, ces variétés étant très voisines, les résultats obtenus sont les suivants :

Analyse de la tourmaline brune de Tsilaisina.
Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	35,79
Al_2O_3	=	40,06
Fe_2O_3	=	0,61
MnO	=	5,85
CaO	=	0,90
MgO	=	0,19
Fl	=	0,90
Li_2O	=	0,18
Na_2O	=	1,22
K_2O	=	0,10
B_2O_3	=	10,22
H_2O	=	3,81
Total	=	99,83

N° 14. Tourmaline noire de Tsilaisina.

Cette variété forme des taches tout à fait foncées et opaques au milieu de la tourmaline brune; tout autour de ces taches la couleur de celle-ci est plus foncée.

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6491	1,6249	—	—
» Na	1,6525	1,6279	0,0246	presque 0
» Tl	1,6565	1,6313	—	—

Polychroïsme : n_g = brun jaunâtre foncé presque noir n_p = jaune citron.

D = 3,1269

L'analyse de cette tourmaline a été faite sur du matériel trié et homogène.

Analyse de la tourmaline noire de Tsilaisina N° 14.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	35,54
Al_2O_3	=	37,43
Fe_2O_3	=	4,07
MnO	=	5,69
CaO	=	0,58
MgO	=	0,13
Fl	=	0,73
Li_2O	=	0,11
Na_2O	=	1,43
K_2O	=	0,10
B_2O_3	=	10,97
H_2O	=	3,44
Total	=	100,22

Il est intéressant de comparer entre eux les résultats des analyses ainsi que les propriétés optiques de ces différentes tourmalines, d'autant plus que nous avons vu que les variétés colorées alternent sur les cristaux zonés. En ce qui concerne les indices, le tableau suivant donne les valeurs de n_g et de n_p pour la raie D ainsi que la biréfringence n_g-n_p et les anomalies optiques jaugées, en quelque sorte par la valeur observée de 2E.

Couleur des tourmalines.	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Rose pâle	1,6374	1,6214	0,0160	7° 33′
Jaune paille	1,6430	1,6224	0,0206	8° 5′
Jaune plus foncé	1,6464	1,6243	0,0221	6° 29′
Jaune brun	1,6460	1,6239	0,0221	10° 6′
Brun verdâtre	1,6470	1,6244	0,0226	8° 54′
Brun foncé	1,6481	1,6250	0,0231	7° 34′
Noire	1,6525	1,6279	0,0246	nul.

La tourmaline rose pâle se distingue de toutes les autres par la valeur plus petite de ses indices et de sa biréfringence. Il en est de même de la tourmaline noire qui au contraire a les indices et la biréfringence les plus élevées de la série. Quant aux variétés jaunes et brunes leurs constantes optiques sont excessivement voisines et c'est à peine si l'on ose dire que l'indice et la biréfringence semblent croître très faiblement avec l'intensité de la coloration.

Enfin les anomalies optiques ne paraissent pas en relation avec la valeur des indices ou des biréfringences, elles varient d'une façon tout à fait irrégulière.

Le tableau suivant groupe la composition chimique des différentes tourmalines.

	Variété rose.	Variété jaune paille.	Variété brune.	Variété noire.
SiO_2 =	37,52	36,77	35,79	35,54
Al_2O_3 =	40,08	39,12	40,06	37,43
Fe_2O_3 =	0,40	0,58	0,61	4,07
MnO =	0,63	5,14	5,85	5,69
CaO =	2,44	0,77	0,90	0,58
MgO =	0,39	0,21	0,19	0,13
Fl =	1,05	1,24	0,90	0,73
Li_2O =	0,66	0,59	0,18	0,11
Na_2O =	1,58	1,47	1,22	1,43
K_2O =	0,09	0,10	0,10	0,10
B_2O_3 =	10,70	9,90	10,22	10,97
H_2O =	4,14	3,88	3,81	3,44
Total =	99,68	99,77	99,83	100,22

On voit que les tourmalines de Tsilaisina sont, à l'exception de la variété rose, caractérisées par une teneur en manganèse vraiment exceptionnelle, tandis que la magnésie ne s'y rencontre qu'en proportion quasi-insignifiante; cette richesse en manganèse leur crée une place toute spéciale dans cette grande famille.

La composition chimique des variétés jaune, brune et noire est en somme très analogue, et le faible accroissement de la valeur des indices que l'on constate dans cette série, paraît provenir de l'augmentation correspondante des sesquioxydes (notamment du Fe_2O_3), des oxydes RO, et de la diminution des alcalis.

Nous avons en effet :

	Somme totale des oxydes R_2O_3	Fe_2O_3 dans le total
Variété jaune	39,70	0,58
» brune	40,67	0,61
» noire	41,50	4,07

	Somme totale des oxydes RO	MnO dans le total
Variété jaune	6,12	5,14
» brune	6,75	5,85
» noire	6,17	5,65
	Somme des alcalis R_2O	Li_2O dans le total
Variété jaune	2,16	0,59
» brune	1,50	0,18
» noire	1,64	0,11

La tourmaline rose forme un terme à part, qui se distingue des autres par sa très faible teneur en manganèse et surtout par sa proportion élevée de chaux. Chez elle la totalité des sesquioxydes $R_2O_3 = 40,48$, celle des oxydes RO = 3,46 et celle des alcalis = 2,33; comme on pouvait s'y attendre c'est de toutes, celle qui a les indices les plus bas.

§ 4. *La rubellite d'Antandrokomby.*

Ces cristaux qui présentent le type hexagonal, ont été décrits par M. Lacroix. Il a trouvé au pôle analogue les faces des rhomboèdres $(10\bar{1}1)$ = p et $(0\bar{2}2\bar{1})$ = R avec des irrégularités fréquentes dans le développement, notamment avec un aplatissement suivant $(12\bar{3}2)$.

Les cristaux que nous possédons sont de petite taille; $1^{cm},8$ au plus et terminés à une extrémité seulement, ils présentent les faces $(02\bar{2}1)$ = R $(11\bar{2}0) = S_1$ et $(10\bar{1}0)$ = l.

Tous sont zonés et formés par une enveloppe rouge tandis que l'intérieur est généralement verdâtre avec la disposition qui a été décrite précédemment (fig. 47 et 48).

Nous avons, à titre de comparaison, mesuré les indices de cette tourmaline, et obtenu les résultats suivants :

		n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Enveloppe extérieure rouge N° 16.	Pour Li =	1,6379	1,6200	—	—
	» Na =	1,6426	1,6228	0,0198	9° 4′
	» Tl =	1,6459	1,6270	—	—
Zone médiane [1] d'un rose jaunâtre.	id. =	—	—	—	—
	id. =	1,6438	1,6254	0,0184	8° 6′
	id. =	—	—	—	—
Centre vert taché de rose.	id. =	1,6412	1,6226	—	—
	id. =	1,6443	1,6256	0,0187	6° 11′
	id. =	1,6482	1,6294	—	—

[1] Mesurée avec le dispositif moins précis pour les petits fragments.

Ces chiffres rappellent beaucoup ceux obtenus pour la tourmaline d'Antsongombato.

Le polychroïsme est comme suit :

Variété rose n_g = rose assez foncé n_p = rose pâle.
Variété verte n_g = vert jaunâtre foncé n_p = jaune presque incolore.

La densité, déterminée par la balance hydrostatique, sur les plaques ayant servi à la mesure des indices, du poids total de 0,6251 gr., est :

$$D = 3,0201$$

§ 5. *La tourmaline d'Antaboko.*

Nous n'avons eu de cette localité que quelques gros cristaux très altérés et en très mauvais état. Ils sont d'assez grande dimension et mesurent jusqu'à 10 centimètres de longueur sur 3 de diamètre; le type est hexagonal avec les faces $(02\bar{2}1) = R$ $(11\bar{2}0) = S_1$ et $(10\bar{1}0) = l$ dans la zone du prisme, ils ne sont terminés qu'à une extrémité par les faces du rhomboèdre.

Extérieurement ils paraissent de couleur vert asperge et sont recouverts d'un enduit kaolinique; lorsqu'on les brise on voit que l'intérieur est formé par un noyau très développé de couleur rouge violacé, qui est enveloppé par une zone externe assez mince de teinte verdâtre. Ces cristaux qu'on tire de la pegmatite kaolinisée, sont friables par suite de leur altération et se trouvent généralement dans le tout-venant en débris plus ou moins volumineux.

Les propriétés optiques de cette tourmaline sont les suivantes (n° 15) :

	n_g	n_p	n_g-n_p	2E
Pour Li	1,6373	1,6229	—	—
» Na	1,6411	1,6256	0,0155	6° 20′
» Tl	1,6446	1,6287	—	—

Polychroïsme : n_g = rouge lilas foncé n_p = rose très pâle.

Cette variété est de toutes celles examinées la moins biréfringente.

La densité a été déterminée sur 0,2128 gr. de fragments bruts limpides et trouvée :

$$D = 3,0474$$

La composition chimique est donnée dans l'analyse suivante :

N° 15. Analyse de la tourmaline d'Antaboko.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2	=	37,29
Al_2O_3	=	38,91
Fe_2O_3	=	0,78
MnO	=	0,52
CaO	=	4,10
MgO	=	0,30
Fl	=	1,40
Li_2O	=	1,03
Na_2O	=	0,76
K_2O	=	0,10
B_2O_3	=	10,05
H_2O	=	4,39
Total	=	99,63

La totalité des oxydes R_2O_3 = 39,69, celle des oxydes RO = 4,92, celle des alcalis = 1,89. C'est la plus riche en chaux et en fluor de toutes les variétés examinées.

§ 6. *Tourmaline de gisement inconnu.*

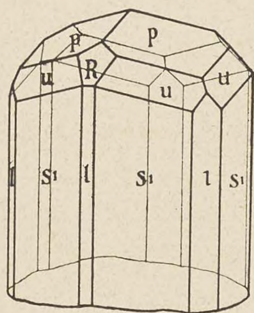


Fig. n° 51.

Le cristal que nous possédons nous a été donné à Ambositra. On nous a affirmé qu'il provenait d'un filon de pegmatite qui se trouve dans le voisinage, mais nous n'avons pas pu obtenir de renseignements plus détaillés. Il mesure environ deux centimètres, et sa couleur est noire. Il est terminé à une extrémité seulement par les faces suivantes :

Le rhomboèdre P = $(01\bar{1}1)$ bien développé, celui R = $(20\bar{2}1)$ plus petit et le scalénoèdre u = $(32\bar{5}1)$. Dans la zone du prisme on a les faces S_1 = $(11\bar{2}0)$ assez larges, et celles l = $(10\bar{1}0)$ beaucoup plus étroites (fig. n° 51).

Les angles mesurés au goniomètre d'application sont les suivants :

			Observé	Calculé
p : p	$= (01\bar{1}1)\ (1\bar{1}01)$	=	47°	46° 50′
R : R	$= (20\bar{2}1)\ (\bar{2}201)$	=	75° environ	77° 20′
p : R	$= (01\bar{1}1)\ (20\bar{2}1)$	=	38°	38° 31′
u : p	$= (32\bar{5}1)\ (01\bar{1}1)$	=	33°	32° 58′
u : S_1	$= (32\bar{5}1)\ (11\bar{2}0)$	=	24° 30′	24° 45′
u : u	$= (32\bar{5}1)\ (23\bar{5}1)$	=	42° 30′	42° 36′
u : u	$= (32\bar{5}1)\ (5\bar{3}\bar{2}1)$	=	64° environ	66° 2′

Les indices de cette tourmaline n'ont pas été déterminés.

§ 7. *Considérations générales relatives aux tourmalines.*

Le principal fait qui se dégage de l'examen des paragraphes qui précèdent, est la parenté incontestable qui existe entre les tourmalines des divers gisements indiqués. Toutes renferment du manganèse en proportion variable il est vrai, mais parfois relativement considérable, toutes sont d'une pauvreté remarquable en magnésie et en oxyde de fer (à l'exception de la tourmaline noire pour Fe_2O_3). Les teneurs en silice et en alumine y subissent des variations qui atteignent 2 °/₀ à peine, et la somme totale des alcalis est comprise entre 1,04 et 3,48 °/₀. Le fluor toujours constant oscille entre 1,40 et 0,73 °/₀ et l'acide borique entre 9,46 et 11,03 °/₀.

Toutes ces tourmalines sont lithinifères, mais dans la règle la lithine est toujours en quantité inférieure à la soude; seule la variété violette d'Antaboko fait exception. La tourmaline la plus alcalifère est celle rouge d'Antsongombato (3,48 °/₀), la plus pauvre en alcalis celle rose de Maroando (1,04); ce ne sont donc pas les alcalis qui paraissent avoir une influence directe sur la coloration. Par contre on remarquera que chez toutes les tourmalines roses ou rouges la proportion de manganèse est plus faible et celle de chaux plus élevée que chez les tourmalines jaunes ou brunes. Ainsi le N° 8 de Tsilaisina qui est jaune pâle contient 5,14 de MnO pour 0,76 de CaO, tandis que les variétés roses de Tsilaisina et de Maroando renferment respectivement 0,63 et 1,23 de MnO pour 2,44 et 2,58 de CaO. La même remarque peut être faite pour la tourmaline rouge d'Antsongombato et surtout pour celle violette d'Antaboko, où l'on a 0,52 de MnO pour 4,10 de CaO.

C'est certainement le manganèse qui, partout, est le principal élément chromogène, mais la couleur qu'il développe dépend de sa proportion et aussi de celle des corps qui l'accompagnent. La présence combinée de la chaux en quantité appréciable avec une diminution de la teneur en MnO paraît être en effet, la cause

efficiente de la couleur rose ou rouge plus ou moins foncée qu'on observe chez certaines variétés.

Malgré la parenté signalée, il existe donc des différences appréciables dans les propriétés chimiques et dans les indices des tourmalines provenant non seulement des divers gisements étudiés, mais encore d'un seul et même gisement.

Les variétés colorées en jaune, rose ou brun, qui alternent dans les différentes enveloppes concentriques des cristaux zonés de Tsilaisina par exemple, ne sont point identiques, et les différences observées sont de l'ordre de celles que l'on trouve par exemple sur les cristaux des feldspaths zonés. Il y a entre ces deux catégories de minéraux une analogie frappante; chez les tourmalines comme chez les feldspaths [1] en effet la variation des propriétés chimiques et optiques des différentes enveloppes concentriques n'est point toujours continue de la périphérie vers le centre, très souvent au contraire on observe des alternances plusieurs fois répétées entre des types voisins ou encore assez différents. Pour les tourmalines comme pour les plagioclases, on trouve des cristaux du même gisement chez lesquels les variétés qui forment le noyau central et la bordure sont inversées; des individus très riches en zones concentriques et d'autres qui n'en présentent que deux et trois, etc., etc.

L'explication de ce phénomène curieux n'est à notre avis possible qu'en admettant l'existence d'une série de modifications chimiques survenues au cours de la cristallisation, dans le milieu générateur, ou peut-être encore, des variations plus ou moins sensibles dans les conditions physiques de celui-ci. Ces modifications chimiques ne sont point une fiction, elles sont évidentes dans certains cas et peuvent avoir des origines différentes. Il est incontestable que par exemple lorsqu'un magma alcalin résorbe et assimile du calcaire sa composition chimique change, et que les minéraux qui prennent naissance postérieurement à ce phénomène sont différents comme composition de ceux qui l'ont précédé; il en sera de même s'il y a apport nouveau de minéralisateurs. Les minéraux qui appartiennent à une série isomorphe à termes nombreux, doivent être particulièrement sensibles à ces changements momentanés, et si l'élément introduit dans le milieu générateur appartient au groupe de ceux qui peuvent se substituer isomorphiquement, il en résultera une modification appréciable dans ce milieu. Ainsi supposons qu'un cristal de tourmaline brune ait pris naissance, il continuera à croître tant que la composition du milieu restera la même (nous entendons par cela seulement que les rapports entre les divers éléments chimiques ne sont pas changés). Survient par exemple un enrichissement en chaux, la composition du milieu se trouvera modifiée de même que les rapports des éléments

[1] L. Duparc et F. Pearce, *Note sur la composition des zones d'accroissement concentriques de certains plagioclases*. Genève. Arch. des sciences phys. et nat. 1899 et *Les roches éruptives des environs de Ménerville*, Mém. Soc. phys. de Genève, t. 33, 1900.

et il se formera en ce moment une tourmaline plus ou moins différente (rose par exemple), au détriment de laquelle le premier cristal va s'accroître. En même temps de nouveaux cristaux vont s'élaborer dans cette phase et continueront à grandir jusqu'au moment où par épuisement graduel le milieu sera revenu à l'état initial, il se reformera alors un produit identique à celui qui s'était élaboré au début.

CHAPITRE XII

Des minéraux des pegmatites.

§ 1. Le triphane de Maharitra. — § 2. La Spessartine de Tsilaisina. — § 3. Autres minéraux des pegmatites. — § 4. La cordiérite de l'Ibity.

§ 1. *Le triphane de Maharitra.*

Le triphane de Madagascar a déjà été mentionné par M. Damour; c'est M. Lacroix qui en a donné la première description [1].

Dans sa note, l'auteur en question mentionne deux échantillons distincts; le premier de couleur jaune verdâtre et translucide était dans une pegmatite, associé à du microcline, du quartz et de la tourmaline brun verdâtre; le second se présentait en fragments détachés de la gangue, les uns incolores ou jaunâtres, les autres lilas et semblables à la kunzite de Californie. Dans une note plus récente M. Lacroix indique que le premier échantillon provient d'Antandrokomby et le second de Maharitra. Sur ce dernier M. Lacroix a pu, sur deux fragments de cristaux, constater deux types : le premier est allongé suivant l'axe principal avec les faces m = (110) seules; le second au contraire est raccourci suivant le même axe avec les faces $m = (110)$ $h^1 = (100)$ et $h^x = (hkO)$; il est terminé à une extrémité par des faces courbes, à l'autre par $b^{\frac{1}{2}} = (\bar{1}11)$ et une autre face courbe.

[1] A. Lacroix, *loc. cit.*

Le triphane paraît être assez fréquent dans les filons de pegmatite ; il se trouve également à Antsongombato sous une forme qui rappelle celle d'Antandrokomby, mais les meilleures variétés proviennent de Maharitra. Nous avons rapporté plusieurs cristaux de triphane provenant de cette localité, mais moins heureux que M. Lacroix nous n'avons pas trouvé de formes déterminables. Ceux que nous avons sont allongés suivant m = (110), incolores et limpides ou au contraire faiblement colorés en jaune ou en jaune verdâtre ; nous possédons également les variétés roses analogues à la kunzite, leur couleur est assez semblable à celle du béryl rose de Tsilaisina mais un peu plus violacée, elles sont généralement translucides. Nous avons mesuré l'angle des faces de clivages m (110) = 93°, il existe également un clivage (010). Le plan des axes est compris dans g_1 avec n_g à 27° du clivage *m*. Sur la plaque perpendiculaire à n_g les clivages (110) se coupent à 80°.

Nous avons mesuré les indices de réfraction de ce triphane sur plusieurs sections différentes et obtenu les valeurs suivantes :

Variété rose (Kunzite)

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Li =	1,6722	1,6617	1,6567	0,0155	0,0105	0,0050
» Na =	1,6758	1,6653	1,6603	0,0155	0,0105	0,0050
» Tl =	1,6794	1,6681	1,6634	0,0160	0,0113	0,0047

Variété blanche

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Li =	1,6719	1,6617	1,6567	0,0152	0,0102	0,0050
» Na =	1,6755	1,6648	1,6604	0,0151	0,0107	0,0044
» Tl =	1,6791	1,6680	1,6634	0,0157	0,0111	0,0046

Variété verte

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p	n_g-n_m	n_m-n_p
Pour Li =	1,6773	1,6682	1,6652	0,0121	0,0091	0,0030
» Na =	1,6815	1,6712	1,6682	0,0133	0,0103	0,0030
» Tl =	1,6837	1,6742	1,6717	0,0120	0,0095	0,0025

M. Lacroix a obtenu les chiffres suivants pour les indices du triphane pris pour la raie D :

n_g = 1,6750 n_m = 1,6645 n_p = 1,6588

n_g-n_p = 0,0162 n_g-n_m = 0,0175 n_m-n_p = 0,0057.

Le signe optique est positif.

L'angle des axes optiques 2V mesuré sur le triphane blanc et calculé pour les trois variétés est :

	2V mesuré	2V calculé par les indices		
	Variété blanche	Variété blanche	Variété verte	Variété rose
Pour Li =	67° 50′	70° 10′	59° 35′	69° 35′
» Na =	66° 8′	65° 30′	55° 57′	68° 54′
» Tl =	65° 40′	64° 40′	54°	65° 56′

Dispersion inclinée $\rho > V$ vérifiée en lumière convergente. Il y a comme on peut le voir par les chiffres qui précèdent identité presque absolue entre le triphane blanc et la variété rose ; par contre la variété verte a des indices plus élevés et un angle d'axes plus faible.

La densité déterminée par la balance hydrostatique est :

Variété.	Poids de l'échantillon.	D.
Incolore	2,6669	3,1694
Verdâtre	2,8019	3,1868
Rosée	4,4309	3,1766

L'analyse du triphane de Maharitra a donné :

Variété rose.		Variété verte.	
SiO_2 =	63,85	SiO_2 =	62,21
Al_2O_3 =	29,87	Al_2O_3 =	29,79
Fe_2O_3 =	0,15	Fe_2O_3 =	2,48
MnO =	traces	MnO =	traces
CaO =	0,52	CaO =	0,50
MgO =	0,13	MgO =	traces
Li_2O =	3,76	Li_2O =	4,02
Na_2O =	0,98	Na_2O =	1,03
K_2O =	0,13	K_2O =	0,21
(Perte au feu) =	0,37	(Perte au feu) =	0,25
	99,76		100,51

§ 2. *La Spessartine de Tsilaisina.*

Dans plusieurs des filons de Tsilaisina, comme dans ceux de Tsimanaharana plus au Sud, on trouve dans la pegmatite des cristaux d'un grenat de couleur jaune de miel ou brunâtre, que nos analyses ont permis d'identifier avec la spersartine.

Ce grenat est un minéral accessoire très constant non seulement de la pegmatite de Tsilaisina mais de celle des autres gisements. Nous l'avons rencontré en effet à Maharitra dans la carrière du milieu, en cristaux mesurant plus de 4 centimètres de diamètre, il se trouve également dans la pegmatite d'Antsongombato, mais toujours en petits grains.

Les cristaux volumineux sont généralement opaques ou translucides, les petits souvent transparents. A Tsilaisina, sur plusieurs des filons en exploitation, on a sorti du kaolin de nombreux débris assez gros de ce grenat, qui présentaient des plages transparentes (assez petites d'ailleurs) susceptibles d'être taillées, et qui ont fourni de fort jolies pierres pesant jusqu'à 1,5 karats. A Tsimanaharana le même grenat se trouve dans les filons qui ont été découverts mais non exploités.

Les cristaux que nous possédons présentent les faces du trapézoèdre (211), généralement seul ou plus rarement combiné avec celles du dodécaèdre rhomboïdal (110) toujours moins développées et parfois très petites.

Les indices de réfraction de la spessartine de Tsilaisina ont été déterminés par la déviation minima; les valeurs sont :

Pour Li	N = 1,7989
» Na	N = 1,7998
» Tl	N = 1,8046

La densité a été prise par la méthode du flacon sur 4,0586 gr. de pierres taillées parfaitement limpides les unes d'un jaune clair, les autres d'un jaune plus brunâtre; elle est :

$$D = 4,0586.$$

La composition chimique de la spessartine est la suivante :

Analyse de la spessartine de Tsilaisina.

Moyenne de 2 déterminations.

SiO_2 =	35,76
TiO_2 =	0,10
Al_2O_3 =	21,06
Fe_2O_3 =	1,78
MnO =	39,40
CaO =	1,23
MgO =	1,46
	99,79

§ 3. *Autres minéraux des pegmatites.*

M. Lacroix a signalé et décrit dans les pegmatites de Maharitra et d'Antandrokomby plusieurs minéraux rares et en partie nouveaux, tels que : la Bityite, la Danburite, la Hambergite, la Rhodizite, etc.

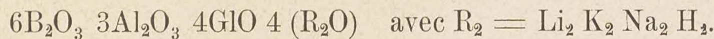
La Bityite [1] qui répond à la formule 21 SiO_2 16 Al_2O_3 14 RO 4 R_2O 14 H_2O avec R = CaGl. Mg et $R_2 = Li_2Na_2K_2$, cristallise en apparence dans le système hexagonal, mais est en réalité un groupement polysynthétique d'individus biaxés de signe optique négatif. Elle se rencontre très rarement à Maharitra sous forme de petits cristaux d'un blanc jaunâtre ou verdâtre qui recouvrent à l'état de croûtes des cristaux de quartz ou de tourmaline, et qui tantôt sont très allongés selon l'axe vertical, tantôt au contraire plutôt raccourcis suivant cet axe. *La Hambergite* [2] trouvée d'abord dans le gisement d'Anjanabonoana a été signalée récemment par M. Lacroix à Maharitra. Les cristaux orthorhombiques présentent les faces $h^1 = (100)$ $g^1 = (010)$ m = (110) et $h^3 = (210)$ puis la base p = (001) et une pyramide qui est probablement x = (362).

La Hambergite d'Anjanabonoana est positive, le plan des axes optiques est dans $g^1 = (010)$; les indices pour Na sont, d'après M. Lacroix :

$$n_g = 1{,}6272 \qquad n_m = 1{,}5864 \qquad n_p = 1{,}5330$$
$$n_g - n_p = 0{,}0742 \qquad \text{et } 2V\,\text{Na} = 86° \; 22'.$$

La Danburite a été rencontrée également à Maharitra (et très probablement aussi à Tsilaisina) en cristaux jaunes de diverses nuances parfois très transparents et mesurant jusqu'à 3 centimètres. M. Lacroix a observé sur ceux-ci la base p = (001) accompagnée parfois de petites facettes $a^1 = (101)$ puis dans la zone du prisme des faces $h^1 = (100)$ $g^1 = (010)$ et $g^2 = (130)$.

La Rhodizite enfin a été rencontrée dans la pegmatite d'Antandrokomby en cristaux tétraédriques de taille relativement grande, translucides ou opaques, et de couleur blanc jaunâtre ou verdâtre. Les cristaux présentent les faces de tétraèdre avec le dodécaèdre rhomboïdal. D'après les analyses de M. Pisani ce minéral répond à la formule :



$$6B_2O_3 \; 3Al_2O_3 \; 4GlO \; 4\,(R_2O) \quad \text{avec } R_2 = Li_2\,K_2\,Na_2\,H_4.$$

[1] A. Lacroix. *Sur les minéraux des filons de pegmatite de Madagascar, loc. cit.*, p. 241.
[2] A. Lacroix. *Sur la Hambergite de Madagascar.* Bulletin de la Soc. française de minéralogie, t. 32, 1909, p. 320 et t. 33, 1910, p. 49.

§ 4. *La cordiérite de l'Ibity.*

Ce minéral que nous décrivons ici pour ne pas lui réserver un chapitre spécial, n'a rien à faire avec les pegmatites. Son gisement se trouve sur le flanc oriental de l'Ibity, directement à l'Est de Tsilaisina, et dans les micaschistes. Au moment de notre visite ce gisement qui est d'ailleurs une simple petite fouille, était recouvert par des déblais. Nous n'avons pas vu cette cordiérite en cristaux mais seulement en blocs informes, de couleur grise et translucides sur les bords. En cassant ces blocs on trouve à l'intérieur des plages limpides et fortement colorées et d'autres qui sont littéralement criblées d'inclusions.

C'est sur quelques-uns de ces fragments limpides que nous avons pu déterminer les propriétés optiques de ce minéral.

La valeur des indices est assez variable suivant les fragments examinés. Sur deux plaques perpendiculaires aux deux bissectrices nous avons obtenu .

a) Plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë n_p.

	n_g	n_m	n_p	n_g-n_p
Pour Li	1,5439	1,5409	1,5353	0,0086
» Na	1,5469	1,5439	1,5386	0,0083
» Tl	1,5500	1,5467	1,5417	0,0083

b) Plaque perpendiculaire à la bissectrice obtuse.

Pour Li	1,5449	1,5420	1,5366	0,0083
» Na	1,5482	1,5448	1,5399	0,0083
» Tl	1,5513	1,5480	1,5430	0,0083

Valeurs moyennes entre la série *a* et *b*.

Pour Li	1,5444	1,5414	1,5359	0,0085
» Na	1,5475	1,5443	1,5392	0,0083
» Tl	1,5506	1,5473	1,5423	0,0083

Dans une précédente série de mesures nous avions obtenu pour le sodium :

$n_g = 1,5485$ $n_m = 1,5451$ $n_p = 1,5396$ $n_g - n_p = 0,0089$ $2V = 75° 4'$.

Il convient de remarquer que les diverses plaques taillées proviennent de fragments différents. Il reste en tout cas avéré que les indices de minéral sont assez variables régionalement.

L'angle des axes optiques a été mesuré dans le bromure de naphtaline au goniomètre de Wulfing; pour le calcul de 2V on a pris comme indice moyen ceux fournis par la plaque perpendiculaire à la bissectrice aiguë sur laquelle 2Ha a été mesuré.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

	Valeur de 2H.	Valeur de 2V.	Valeur de 2V calculée par les indices
Pour Li	64° 33′	69° 38′	72° 40′
» Na	64° 42′	70° 10′	74°
» Tl	65° 3′	71° 12′	78°

La dispersion vérifiée en lumière convergente est $\rho < V$.

Le polychroïsme est intense en lames épaisses; on a :

n_g = Bleu clair n_m = Bleu violacé foncé n_p = presque incolore.

La densité prise sur quatre fragments relativement purs et limpides, par la balance hydrostatique, est :

$$D = 2{,}5933.$$

La composition chimique de cette cordiérite est la suivante :

SiO_2 =	49,05
Al_2O_3 =	33,08
Fl_2O_3 =	0,83
FlO =	4,38
MgO =	11,04
(Perte au feu) =	1,64
	100,02

TABLE DES MATIÈRES